

# 鹏兴大道（科教大道至通 港大道段）建设工程 海域使用论证报告书

海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司  
（统一社会信用代码：91120104MA06DLMM06）

二〇二四年九月

项目基本情况表

项目名称	鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程			
项目地址	广东省深圳市深汕特别合作区小漠片区			
项目性质	公益性（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	经营性（ <input type="checkbox"/> ）		
用海面积	7.0106ha	投资金额	421465.00万元	
用海期限	40年	预计就业人数	人	
占用岸线	总长度	230m	邻近土地平均价格	万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值	万元
	人工岸线	230m	填海成本	万元/ha
	其他岸线	0m		
海域使用类型	交通运输用海、海底工程用海		新增岸线	0m
用海方式	面积		具体用途	
跨海桥梁	3.2876ha		跨海大桥	
非透水构筑物	2.9627ha		施工围堰	
海底电缆管道	0.7621ha		燃气管道	
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

# 目 录

摘要	1
1 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	3
1.3 论证工作等级和范围	7
1.4 论证重点	10
2 项目用海基本情况	12
2.1 用海项目建设内容	12
2.2 平面布置和主要结构、尺度	12
2.3 项目主要施工工艺和方法	24
2.4 项目用海需求	44
2.5 项目用海必要性	45
3 项目所在海域概况	52
3.1 海洋资源概况	52
3.2 海洋生态概况	59
4 资源生态影响分析	89
4.1 资源影响分析	89
4.2 生态影响分析	91
5 海域开发利用协调分析	106
5.1 海域开发利用现状	106
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	111
5.3 利益相关者界定	115
5.4 相关利益协调分析	116
5.5 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析	120
6 国土空间规划符合性分析	121
6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析	121
6.2 项目用海与其他相关规划的符合性分析	125
7 项目用海合理性分析	128
7.1 用海选址合理性分析	128
7.2 用海平面布置合理性分析	132
7.3 用海方式合理性分析	137
7.4 占用岸线合理性分析	138
7.5 用海面积合理性分析	139
7.6 用海期限合理性分析	151
8 生态用海对策措施	152
8.1 生态用海对策	152
8.2 生态保护修复措施	155
9 结论	160
9.1 项目用海基本情况	160
9.2 项目用海必要性分析结论	160

9.3	项目用海资源生态影响分析结论.....	161
9.4	项目用海开发利用协调分析结论.....	162
9.5	项目用海国土空间规划符合性分析结论.....	162
9.6	项目用海合理性分析结论.....	162
9.7	项目用海可行性分析结论.....	163

## 摘要

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，拟建项目位于广东省深圳市深汕特别合作区小漠片区，工程涉海部分跨越赤石河。项目涉海工程内容为跨海桥梁、燃气管道及施工围堰，项目拟申请用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>，其中桥梁工程长约 481m，用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>，管道工程长约 369m，用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>，施工围堰用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>。

本项目建设是为合作区创造良好社会效益，提升土地价值的需要；是构建合作区内基础高快速路网的重要组成部分；是高速公路进出交通疏解、均衡路网体系的需要；是适应合作区区域发展，改善南北向交通现状的要求，建设需求极为迫切，对推动合作区大建设、大开发、大发展具有重大意义。因此，本项目建设是必要的。

根据总平面布置，本项目为城市快速路，大致呈南北走向，道路南起通港大道，向北与创新大道交叉后跨越赤石河、下穿现状厦深铁路和深汕高速、再与深汕大道交叉，终点接科教大道。另外，本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，在鹏兴大桥主线附近下穿赤石河。根据平面布置与现状管理岸线的位置关系，鹏兴大道项目中的鹏兴大桥工程及燃气工程跨越赤石河段位于海域，该部分工程建设用海是必要的。本项目临时围堰工程属于桥梁工程的辅助工程，施工期需占用一定面积的海域进行建设，且用海范围不在主体工程用海范围内，申请围堰施工用海是必要的。因此，本项目建设需要占用一定的海域空间，项目用海是必要的。

根据广东省政府 2022 年批复的海岸线，项目跨海桥梁、施工围堰等涉及的海岸线长共约 230m，占用岸线类型均为人工岸线。根据平面布置，本项目跨海桥梁占用岸线大部分为跨越式占用，不实际占用岸线资源。仅桥梁南侧引桥桥墩和桩基、桥梁北侧桥墩施工部分位于岸线处，形成实际岸线占用，占用海岸线长度约为 6.7m，占用岸线类型均为人工岸线，对岸线资源影响较小。跨海桥梁桩基建设部分占用海域空间资源，一定程度上影响了所在海域的海洋空间开发活动，但桥梁水下基础结构占用的面积小，且具有不连续性，因此桥梁基础所在及周围海域仍能保持原有海域特征和生态功能。项目施工围堰在施工完成后进行拆除，

恢复海域原貌，其占用的海域面积仍可被其他海洋开发活动所利用。项目用海对海域空间资源的影响较小。因此，项目用海对资源的影响可接受。

根据数值模拟结果，项目用海对水文动力环境及冲淤环境的影响主要集中在工程区域附近，影响范围较小，影响程度较轻。10mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 177m，最大扩散范围 0.0843km<sup>2</sup>，主要集中在赤石河道内工程区域附近，不会对外侧海域的水质和沉积物环境产生影响，且施工悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，海区的水质和沉积物质量会逐渐恢复原有的水平。此外，桥梁桩基、围堰工程直接占压海域以及施工悬沙扩散均会造成项目海域部分海洋生物资源损失，损失量分别为：底栖生物 465.9kg、浮游植物损失 3.64×10<sup>11</sup>尾、浮游动物损失 89.54kg，鱼卵损失 1.45×10<sup>6</sup>粒，仔稚鱼损失 1.12×10<sup>5</sup>尾。项目建设完工后，将采取以增殖放流为主的生态补偿修复措施对受损的海洋生物资源进行恢复。因此，项目用海对生态的影响可接受。

通过分析项目用海对周边开活动的影响，按照利益相关者的界定原则，本项目无利益相关者，协调责任部门为海事主管部门和深圳市保护区管理处。建议建设单位与上述利益相关单位及协调责任部门就利益相关内容进行协商，并签署利益相关协议，避免在营运过程中引发利益纠纷。因此，本项目用海是可协调的。

根据《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，本项目用海符合《规划》的管控要求；项目用海不占用永久基本农田和城镇开发边界，部分占用深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区生态保护红线，但符合红线内 10 种有限人为活动中的第 6 种情形，现已开展生态保护红线内允许有限人为活动的专题评价工作，将取得省政府出具的认定意见作为项目用海报批的依据。此外，项目用海还与《广东省海洋主体功能区规划》《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）（草案）》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《产业结构调整指导目录（2024年本）》等省、市相关规划文件的要求相符合。

项目的选址区位条件优越、交通运输便捷、配套资源和建设条件完善，项目

所在地区的社会经济条件等均能很好地支撑项目的建设。项目的选址自然资源、环境条件适宜，符合海洋功能区划和相关规划，对周边其他用海活动的影响可协调。项目用海选址合理。

本项目建设内容为桥梁工程、燃气管道工程及临时施工围堰，用海方式分别为跨海桥梁、海底电缆管道及非透水构筑物。桥梁工程采用桩基结构跨越赤石河，管道工程采用定向钻工艺下穿海底，对海域基本功能的影响均较小，围堰工程采取先用袋装土围合后用黏土回填后方的施工工艺，可减少悬浮泥沙的产生量，且本项目施工围堰为桥梁工程建设过程中的临时设施，施工结束后将拆除。本项目采取的用海方式可满足项目建设需求，且能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于维护海域基本功能，与周边其他用海活动无冲突，因此，本项目用海方式合理。

本项目平面布置在《城市道路工程设计规范（CJJ37-2012）》《输气管道工程设计规范（GB 50251-2015）》等技术规范要求下，有效集约、节约用海，最大程度减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护，因此平面布置是合理的。

本项目申请用海面积为 7.0106hm<sup>2</sup>。项目建设是严格按照相关设计规范设计的，项目申请用海面积符合项目实际需求，用海面积量算符合《海籍调查规范》的要求，用海面积合理。

本项目桥梁工程及管道工程申请用海 40 年，围堰工程申请用海 3 年，符合项目设计年限和实际需求，也符合海域使用管理法相关规定，因此，项目用海期限合理。

综上，本项目的建设将改善深汕特别合作区南北走向交通现状，是构建合作区内基础高快速路网的重要组成部分，对推动合作区大建设、大开发、大发展的具有重大意义。其建设符合产业政策和《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》等相关区划规划。项目用海对周边海域资源环境的影响可接受，但对底栖生物等相关资源会产生一定影响。项目选址、平面布置、用海方式和用海面积合理，用海期限符合相关法律和实际需求。项目建设与周边其他用海活动无冲突，在切实落实报告书提出的海域使用管理对策措施和风险应急对策措施的前提下，从海域

使用角度考虑，本项目用海可行。

# 1 概述

## 1.1 论证工作来由

《深圳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标纲要》中提出，以深莞惠大都市区为主中心，深汕特别合作区等为副中心制定实施深圳都市圈发展规划，形成中心引领、轴带支撑、圈层联动的发展格局，高水平建设深汕合作区，打造为深圳产业体系拓展、城市功能延伸的新兴城区。同时，深汕特别合作区应充分发挥区位优势、空间优势、后发优势、机制优势等，把握深圳所望、对接深圳所需、竭尽深汕所能、尽展深汕所为，打造深圳超大产业集中承载地，形成重大产业、重要基础设施优质项目不断向深汕合作区聚集的发展态势。

深汕合作区地处粤东和珠三角地区的连接枢纽之地，是全国首个特别合作区，是广东省委、省政府贯彻落实科学发展观、创新区域合作模式、促进区域协调发展的重要平台，是粤东沿海经济带发展的中心支点城市区域。深汕合作区作为深圳第“10+1”区，承接中央和广东省委、省政府区域协调发展战略，将打造以区域协调发展为主题、主责、主业的新功能区，探索特区加老区、先富带后富、区域协调发展的创新之路。深汕特别合作区（以下简称“合作区”）包括鹅埠、小漠、鲘门、赤石四镇，总面积 468.75 平方公里，合作区位于汕尾市海丰县，与惠州市惠东县接壤，潮莞高速公路、沈海高速公路、国道 G324 厦深铁路穿过本区，中远期规划建设的河惠汕高速、深汕城际轨道、广汕铁路均贯穿境内。合作区距广州 200 公里、深圳 100 公里、汕头 200 公里，距香港 82 海里，距台湾高雄港 200 海里，距太平洋国际航道 12 海里，距汕尾港 35 公里，距小漠深水码头 5 公里，距盐田港 80 公里。

2014 年 11 月《深汕（尾）特别合作区发展总体规划（2015-2030 年）》出台后，深汕特区的发展驶入快车道。目前合作区内现状道路缺乏，仅有深汕高速、G324 国道两条东西向道路；暂无南北向干线道路，不能满足城市建设、土地开发进程需要，因此亟需加快市政道路、供水、供电等基础设施建设。

2018 年 3 月，合作区城市建设和管理局根据《深汕特别合作区 2018 年第 5 次管委会会议纪要-2018 年 4 月 23 日》精神，组织进行“鹏兴大道（深东大道至通港大道）建设工程”招标，启动本项目的工可编制、勘察测量、初步设计、施

工图设计、概算编制，防洪影响评价、地质灾害评估、水土保持方案编制、环境影响评价等阶段工作。

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段），穿越小漠片区，而小漠西北片区引入深汕比亚迪汽车工业园二期项目。2022年1月30日，深圳市深汕特别合作区管理委员会与比亚迪汽车工业有限公司签订合作协议，比亚迪将追加投资200亿元用于建设深汕比亚迪汽车工业园二期项目。5月18日，深汕比亚迪汽车工业园二期项目正式通过备案，项目位于合作区小漠镇，总投资为200亿元，占地面积约314公顷，建设年产60万辆新能源整车配套的核心零部件生产基地。鹏兴大道的建设对比亚迪汽车工业园远距离运输至关重要。

本项目为城市快速路，双向8车道，规划红线宽度60m，大致呈南北走向，道路南起在建通港大道，向北与创新大道交叉后跨越赤石河、下穿现状厦深铁路和深汕高速、再与深汕大道交叉，终点接科教大道。其中主体工程位于海域的部分仅为鹏兴大桥（跨越赤石河段）和燃气管道（下穿赤石河段），涉海桥梁工程长约481m，管道工程长约369m。桥梁施工过程中需先搭建临时围堰，临时围堰工程用海范围不在主体工程用海范围内，因此，本项目涉及施工用海申请，施工围堰用海面积为2.9627hm<sup>2</sup>。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《广东省海域使用管理条例》的规定，深圳市深汕特别合作区建筑工务署委托海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司开展鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程的海域使用论证工作，负责《鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程海域使用论证报告书》编制。我单位接收委托后，在收集有关工程资料的基础上，编制了《鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程海域使用论证报告书（送审稿）》，作为自然资源主管部门审核项目用海的依据。

## 1.2 论证依据

### 1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日通过，2002年1月1日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，1982年8月23日通过，2023年10月24日第二次修订，2024年1月1日起施行；

(3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，1982年8月23日通过，2017年11月4日第三次修正，2017年11月5日起施行；

(4) 《中华人民共和国渔业法》，1986年1月20日通过，2013年12月28日第四次修正，2013年12月28日起施行；

(5) 《中华人民共和国港口法》，2003年6月28日通过，2018年12月29日第三次修正，2018年12月29日起施行；

(6) 《中华人民共和国海上交通安全法》，1983年9月2日通过，2021年4月29日修订，2021年9月1日起施行；

(7) 《中华人民共和国民法典》，2020年5月28日通过，2021年1月1日起施行；

(8) 《中华人民共和国测绘法》，2002年8月29日通过，2017年4月27日第二次修订，2017年7月1日起施行；

(9) 《中华人民共和国水法》，1988年1月21日通过，2016年7月2日第二次修正，2016年9月1日起施行；

(10) 《中华人民共和国水污染防治法》，1984年5月11日通过，2017年6月27日第二次修正，2018年1月1日起施行；

(11) 《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62号发布，国务院令第698号修改)，1990年5月25日通过，2018年3月19日第三次修订，2018年3月19日起施行；

(12) 《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475号发布，国务院令第698号修改)，2006年8月30日通过，2018年3月19日第二次修订，2018年3月19日起施行；

(13) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(国务院令第 561 号发布, 国务院令第 698 号修改), 2009 年 9 月 2 日通过, 2018 年 3 月 19 日第六次修订, 2018 年 3 月 19 日起施行;

(14) 《船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》(交通运输部令 2010 年第 7 号发布, 交通运输部令 2017 年第 15 号修改), 2010 年 11 月 16 日发布, 2017 年 5 月 23 日第四次修正, 2017 年 5 月 23 日起施行;

(15) 《水上水下作业和活动通航安全管理规定》(交通运输部令 2021 年第 24 号发布), 2021 年 8 月 25 日通过, 2021 年 9 月 1 日起施行;

(16) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 7 号), 国家发展改革委, 2023 年 12 月 27 日发布, 2024 年 2 月 1 日起施行;

(17) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2007〕165 号), 2007 年 4 月 10 日发布, 2007 年 5 月 1 日起实施;

(18) 《海域使用权管理规定》(国海发〔2006〕27 号), 2006 年 10 月 13 日发布, 2007 年 1 月 1 日起施行;

(19) 《海岸线保护与利用管理办法》(国海发〔2017〕2 号), 2017 年 2 月 7 日发布, 2017 年 2 月 7 日起施行;

(20) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规〔2021〕1 号), 2021 年 1 月 8 日发布, 2021 年 1 月 8 日起施行;

(21) 《交通运输部 国家发展改革委 自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强沿海和内河港口航道规划建设进一步规范和强化资源要素保障的通知》(交规划发〔2022〕79 号), 2022 年 8 月 2 日发布;

(22) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》, 广东省人民代表大会常务委员会, 2009 年 3 月 31 日通过, 2018 年 11 月 29 日第二次修正, 2018 年 11 月 29 日起施行;

(23) 《广东省实施〈中华人民共和国水法〉办法》, 广东省人民代表大会常务委员会, 1991 年 9 月 20 日通过, 2014 年 11 月 26 日修订, 2015 年 1 月 1 日施行;

- (24) 《广东省海域使用管理条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2007年1月25日通过，2021年9月29日修正，2021年9月29日起施行；
- (25) 《广东省水污染防治条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2020年11月27日通过，2021年9月29日修正，2021年9月29日起施行；
- (26) 《广东省渔业管理条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2003年7月25日通过，2019年9月25日第三次修正，2019年9月25日起施行；
- (27) 《广东省海洋特别保护区管理规定》（粤府办〔2012〕29号），广东省人民政府办公厅，2012年4月17日；
- (28) 《广东省环境保护条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2004年9月24日通过，2015年7月1日起施行，2019年11月29日第二次修订；
- (29) 《深圳经济特区海域使用管理条例》，深圳市人民代表大会常务委员会，2019年12月31日通过，2020年5月1日起施行；
- (30) 《深圳经济特区生态环境保护条例》，深圳市人民代表大会常务委员会，2021年6月29日通过，2021年9月1日起施行；
- (31) 《深圳经济特区海域污染防治条例》，深圳市人民代表大会常务委员会，1999年11月22日通过，2018年12月27日第二次修正，2018年12月27日起施行。

### 1.2.2 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；
- (2) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- (3) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- (4) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；
- (5) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (6) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (7) 《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T 078-2005）；
- (8) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）；
- (9) 《海洋监测技术规程》（HY/T 147-2013）；
- (10) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

- (11) 《渔业水质标准》(GB 11607-89);
- (12) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002);
- (13) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001);
- (14) 《中国海图图式》(GB 12319-1998);
- (15) 《海洋工程地形测量规范》(GB/T 17501-2017);
- (16) 《海域使用面积测量规范》(HY 070-2003);
- (17) 《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314-2009);
- (18) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007);
- (19) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年4月;
- (20) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (21) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组，海洋出版社，1986年3月1日出版;
- (22) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》，第二次全国海洋污染基线调查领导小组办公室，海洋出版社，1997年出版;
- (23) 《自然资源部办公厅关于印发〈海洋灾害应急预案〉的通知》(自然资办函〔2019〕2382号)。

### 1.2.3 相关规划

- (1) 《广东省国土空间规划(2021-2035年)》((国函〔2023〕76号)，国务院，2023年08月18日;
- (2) 《广东省海洋主体功能区规划》(粤府函〔2017〕359号);
- (3) 《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);
- (4) 《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030)》(粤府〔2017〕119号);
- (5) 《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》(粤府办〔2021〕27号);
- (6) 《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）；

（7）《深圳市海洋经济发展“十四五”规划》（深圳市规划和自然资源局，2022年6月8日）；

（8）《深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案》（深府〔2021〕41号）；

（9）《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（深府〔2022〕19号）。

### 1.2.4 项目技术资料

（1）《鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程方案设计》，xx公司，2024年5月；

（2）《深汕特别合作区望鹏大道（深东大道至通港大道）建设工程岩土工程勘察报告》，xx公司，2020年8月；

## 1.3 论证工作等级和范围

### 1.3.1 论证工作等级

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目属于交通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目桥梁工程用海方式为构筑物用海（一级用海方式）中的跨海桥梁用海（二级用海方式），管道工程用海方式为其他方式（一级用海方式）中的海底电缆管道用海（二级用海方式），施工围堰用海方式为构筑物（一级用海方式）中的非透水构筑物（二级用海方式）。桥梁工程总长度约为481m，跨海桥梁申请用海总面积为3.2876hm<sup>2</sup>，管道工程长约369m，用海面积为0.7621hm<sup>2</sup>，施工围堰用海面积为2.9627hm<sup>2</sup>。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）海域使用论证等级判据表，判定本项目海域使用论证等级为二级，应编制海域使用论证报告书。

表 1.3-1 海域使用论证判定等级

用海项目	本项目用海规模	海域使用论证等级判定标准				
		一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
桥梁工程	总长度约481m，申	构筑物	跨海桥梁	长度小于（含）800m	敏感海域	二

用海项目	本项目用海规模	海域使用论证等级判定标准				
		一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
	请用海面 3.2876hm <sup>2</sup>					
管道工程	总长度约 369m, 用 海面积为 0.7621hm <sup>2</sup>	其他方式	海底电缆管道	长度小于5km 的海底天然气 输送管道	所有海域	二
施工围堰	施工围堰 用海面积 2.9627hm <sup>2</sup>	构筑物	非透水构筑物	构筑物总长度 小于(含) 250 m或用海 面积小于 (含) 5 ha	所有海域	二

### 1.3.2 论证范围

论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）要求，二级论证项目的论证范围应以项目用海外缘线为起点进行划定，向外扩展 8km。本项目的论证范围以工程外缘线为界，向东、西、南、北方向各外扩 8km，向北面至海岸线，论证范围内海域面积约 67.48km<sup>2</sup>。论证范围如图 1.3-1 中 1-2-3-4 及海岸线连线所示。

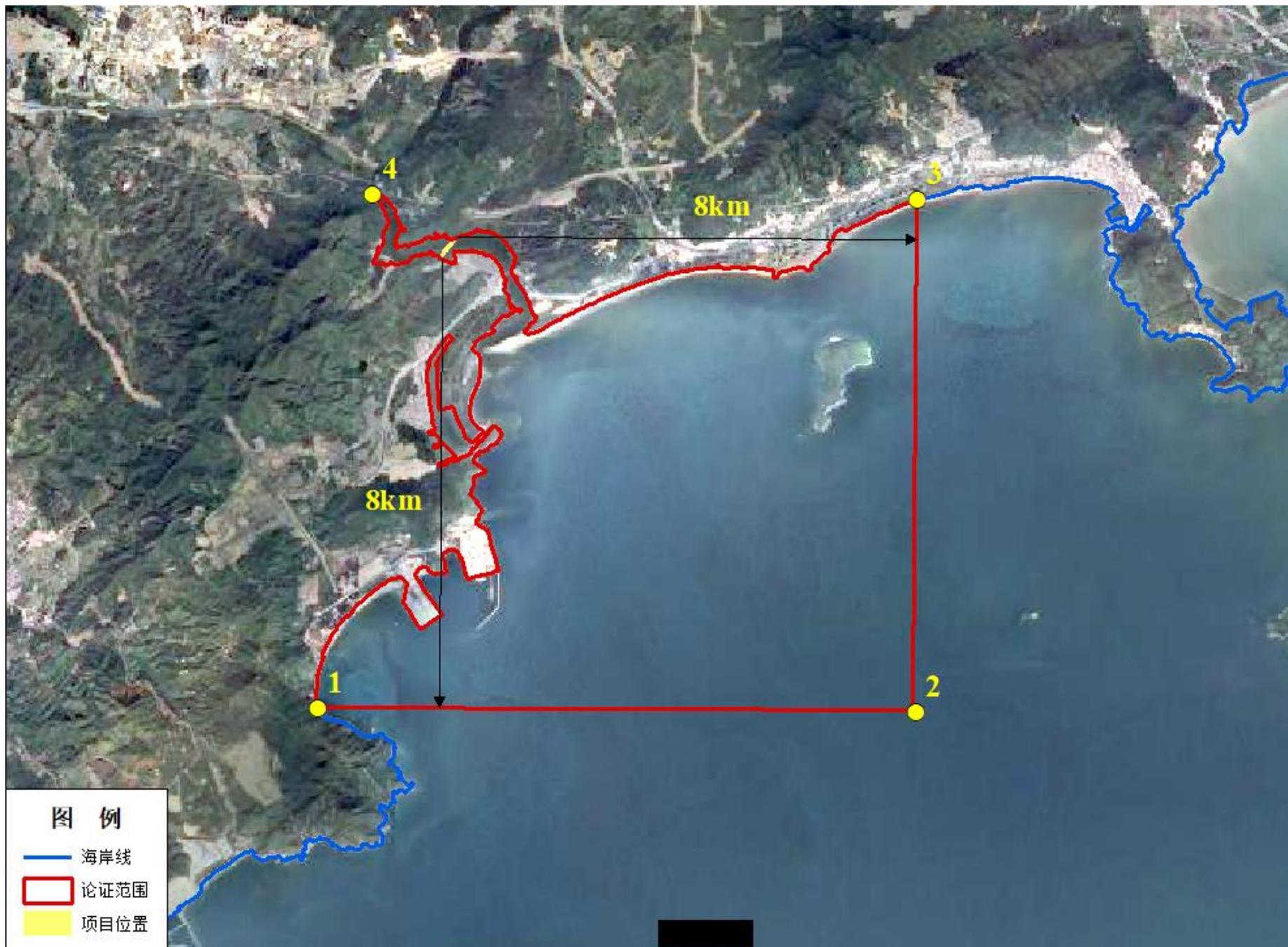


图 1.3-1 论证范围

## 1.4 论证重点

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目属于交通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目桥梁工程用海类型为交通运输用海（一级类型）中的路桥用海（二级类型），管道工程用海类型为海底工程用海（一级类型）中的电缆管道用海（二级类型），在考虑本项目的特征、用海特点及周边开发利用现状的前提下，根据《海域使用论证技术导则》附录 D “论证重点参照表”（详见表 1.4-1）的要求确定论证重点。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表

用海类型		论证重点							
		用海必要性	选址（线）合理性	平面布置合理性	用海方式合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源生态影响	生态用海对策措施
交通	路桥隧道用海，包括跨海桥梁（含顺岸路桥）、栈桥、海底隧道等		▲	▲		▲	▲		
工矿	海底管道用海，包括埋（架）设海底输油、输气、输水或其他物质管道的用海		▲			▲	▲	▲	

根据本项目特点，项目论证重点为：

- （1）选址合理性；
- （2）用海方式和平面布置合理性分析；

- (3) 用海面积合理性；
- (4) 海域开发利用协调分析；
- (5) 资源生态影响分析。

## 2 项目用海基本情况

### 2.1 用海项目建设内容

(1) 项目名称：鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程。

(2) 项目申请单位：深圳市深汕特别合作区建筑工务署。

(3) 项目建设地点：拟建项目位于广东省深圳市深汕特别合作区小漠片区，工程涉海部分跨越赤石河。工程地理位置 xxN、xxE。

(4) 项目性质：公益性。

(5) 建设内容及规模：本项目为城市快速路，双向 8 车道，规划红线宽度 60m，大致呈南北走向，道路南起在建通港大道，向北与创新大道交叉后跨越赤石河、下穿现状厦深铁路和深汕高速、再与深汕大道交叉，终点接科教大道。

主体工程位于海域的部分仅为鹏兴大桥（跨越赤石河段）和燃气管道（下穿赤石河段），涉海桥梁工程长约 481m，管道工程长约 369m。桥梁施工过程中需先搭建临时围堰，临时围堰工程用海范围不在主体工程用海范围内，因此，本项目涉及施工用海申请，围堰工程用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>。

(6) 用海面积：项目拟申请用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>，其中位于海域的桥梁工程长约 481m，用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>，管道工程长约 369m，用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>，施工围堰用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>，其中，南侧围堰用海面积为 1.9020hm<sup>2</sup>，北侧围堰（一）用海面积为 1.0528hm<sup>2</sup>，北侧围堰（二）用海面积为 0.0079hm<sup>2</sup>。

(7) 申请用海期限：跨海桥梁及管道工程用海期限 40 年，临时围堰施工用海期限为 3 年。

(8) 工程总投资：本项目总投资 421465.00 万元。

### 2.2 平面布置和主要结构、尺度

#### 2.2.1 项目总平面布置

本工程路线大致呈南北走向，道路南起规划通港大道，向北与创新大道交叉后跨越赤石河、下穿现状厦深铁路和深汕高速、再与深汕大道、科教大道、发展大道交叉，终点接深东-鹏兴大道立交。其中与元新大道、创新大道、深汕高速、

深汕大道、科教大道、发展大道 6 座立交均属于本工程设计范围；与通港大道、宜城大道、深东大道 3 座立交不属于本工程范围（与宜城立交范围鹏兴大道主线仍属本工程范围），主要构筑物包括：

1、中心区隧道：主线全长 1686.669m，其中明挖闭合框架段长 524.151m、明挖 U 型槽段长 580.947m、矿山法拱形段长 581.571m。

2、桥涵工程：共设有桥梁 9 座，跨越道路、河流、山穿铁路，桥梁总长度约 4.92 公里，桥梁总面积约 9.72 万平方米；共设 6 处通道，总面积 5269 平方米。

3、高压电力隧道：深汕大道至科教大道段，主线全长约 1.556km，支线管廊总长 332m，其中包括深汕大道管廊 241m。本次仅实施土建部分，机电及安装纳入科教至深东大道段。

4、创新立交等 6 座立交：全线共涉及 8 座立交，其中通港大道、宜城大道立交（鹏兴大道主线在本次设计范围内）2 座立交不在本次设计范围内；疏港、元新、创新大道、深汕高速、深汕大道、科教大道 6 座立交在本次设计范围内。交叉节点间的间距为 0.5~2km，平均间距约 1.5km；其中互通立交之间的间距为 2.6~3.8km，平均间距约 3.6km。

5、辅道根据周边规划、相交道路交叉口方式等需要设置，主要设置段落有：小漠段城市开发侧；宜城—深汕大道立交两侧设立交集散道。

6、全线设出口 11 个，进口 12 个（含立交节点处进出口），采用先出后进的方式，保证交织段长度。

7、全线根据必要性设置公交、慢行系统，部分段落因受隧道、高边坡、影响，需借助周边市政道路实现系统完善。

主体工程位于海域的部分仅为鹏兴大桥（跨越赤石河段）和燃气管道（下穿赤石河段），涉海桥梁工程长约 481m，管道工程长约 369m。桥梁施工过程中需先搭建临时围堰，临时围堰工程用海范围不在主体工程用海范围内，因此，本项目涉及施工用海申请。项目拟申请用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>，其中涉海桥梁工程长约 481m，用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>，管道工程长约 369m，用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>，施工围堰用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>。涉海工程具体建设内容如下：

### (1) 鹏兴大桥主桥

鹏兴大桥主桥推荐方案跨径布置为 62+50+222+50+62m, 桥梁总长度 446m, 全桥面宽 48.45m, 梁高 3m。横断面布置: 2.5m 锚索区+1.25m 检修道+0.75m 护栏+15.5m 机动车道+0.75m 护栏+6.95m 管线通道+0.75m 护栏+15.5m 机动车道+0.75m 护栏+1.25m 检修道+2.5m 锚索区=48.45m。主桥为双塔混合梁斜拉桥, 主塔线形为空间曲线, 纵横向桥塔轴线均呈曲线, 桥塔上半部分为钢壳混凝土桥塔, 下半部分为混凝土桥塔; 主梁采用组合梁。主梁在主塔处设置竖向支座。斜拉索采用镀锌平行钢丝成品斜拉索, 斜拉索在主塔与主梁处均采用钢锚箱形式锚固。



图 2.1-1 鹏兴大桥效果图

### (2) 鹏兴大桥引桥

鹏兴大桥引桥设计桥型为小箱梁+现浇梁结构, 引桥全长约为 970.01m, 其中鹏兴大桥南侧部分引桥位于海域, 涉海段引桥长度约为 35m, 单幅宽度为 20.46m。北侧引桥不位于海域。

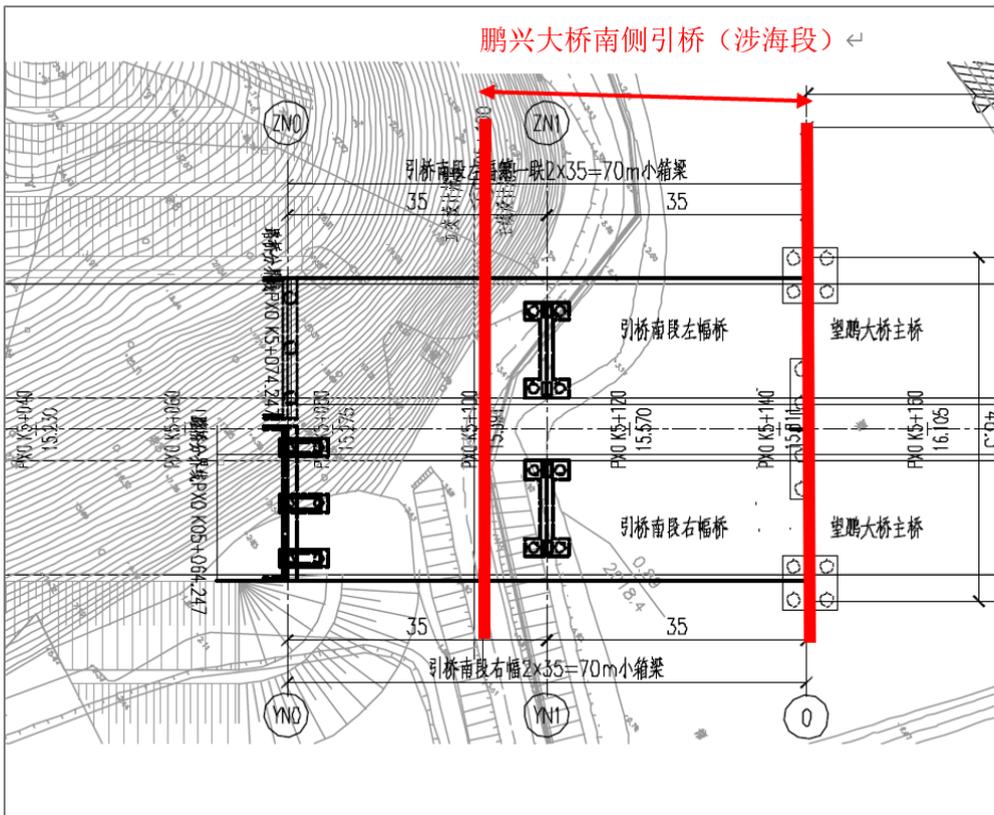
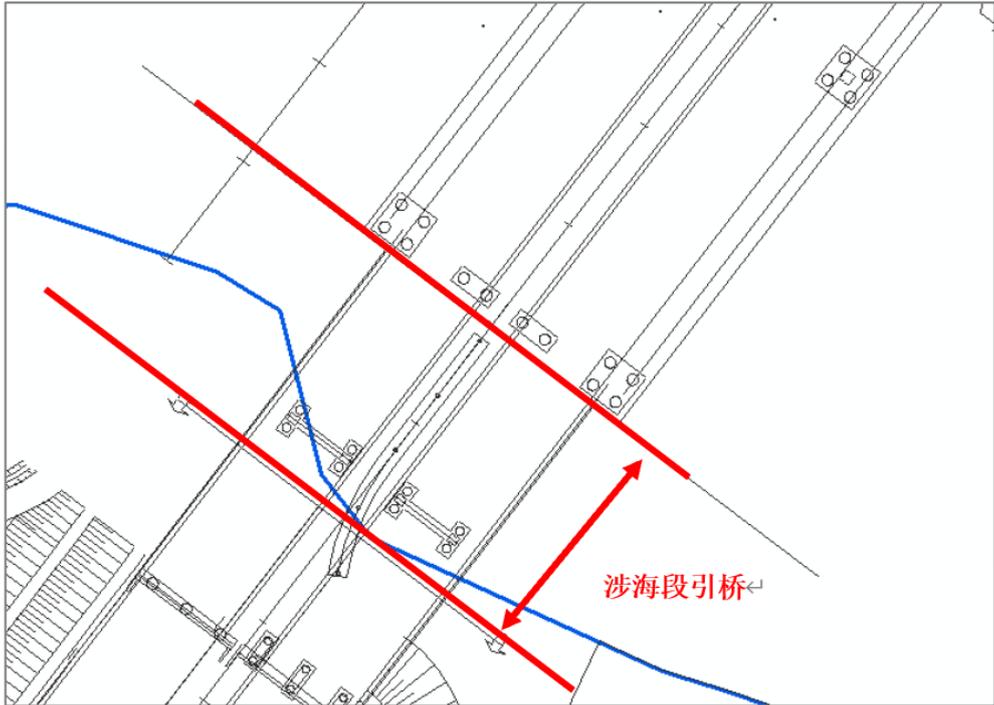


图 2.1-2a 鹏兴大桥引桥（涉海段）位置示意图

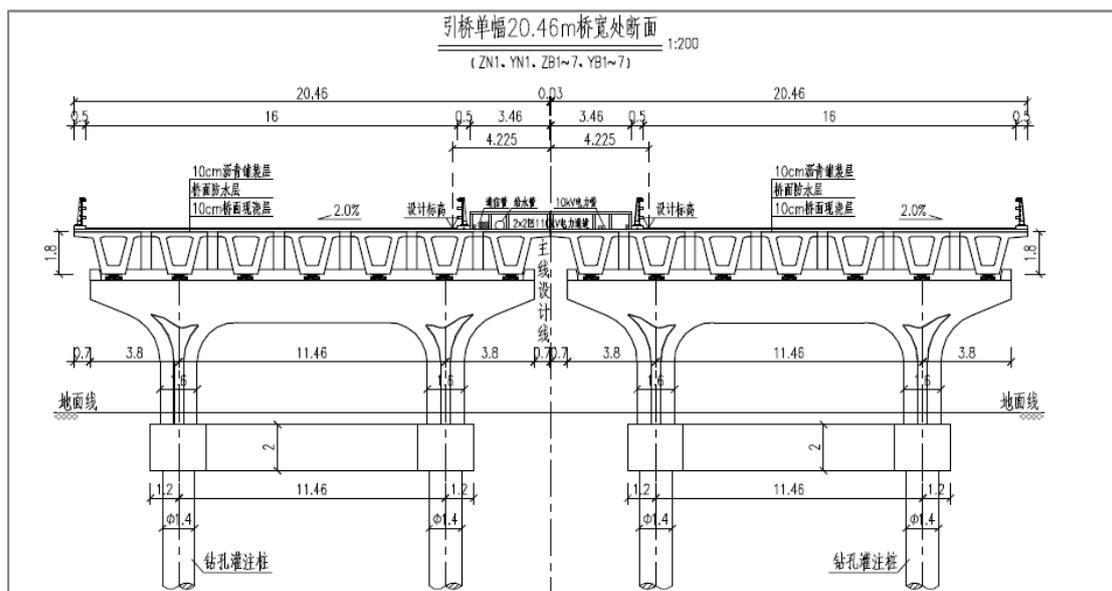


图 2.1-2b 鹏兴大桥引桥单幅标准横断面

### (3) 燃气管道

本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，管径为 DN400。燃气管经鹏兴-创新连接道绕行至现状山体底部，在鹏兴大桥西侧采用定向钻施工工艺穿越赤石河，穿越后经大桥北岸人行道直埋绕行回主线道路敷设。施工时先将 D610 的钢套管从赤石河西南岸钻至河对岸，后回拖 de400 燃气管，弯曲半径按 1800D 考虑，入土点设置在南岸山体底部的土路处，大桥下方常年水位为 1.7m，河床底高程为-3.94m，河底水平穿越段高程为-7m 左右，出土点设置在北岸，出土点为改线后的村道附近，该改线村道下穿现状厦深高铁及深汕高速高架段，因此有充足空间作为管道回拖前的铺设场地。本次设计道路主线中压燃气管道设置情况如下表所示，燃气管道工程涉海内容主要为定向钻下穿赤石河段，长度约为 369m。

表 2.1-1 鹏兴大道主线中压燃气管道设置情况

节点位置	管材及管径	敷设方式
设计起点 PX0 K0+300~小漠河桥 K2+580	PE de400X23.7	直埋
小漠河桥 PX0 K2+580~K2+691	钢管 D426X11	敷设在桥梁人行道板下
小漠河桥 PX0 K2+690~南郡寮河桥 K3+193	PE de400X23.7	直埋
南郡寮河桥 PX0 K3+193~K3+304	钢管 D426X11	敷设在桥梁人行道板下
南郡寮河桥 PX0 K3+304~鹏兴大桥 K5+120	PE de400X23.7	直埋
鹏兴大桥 PX0 K5+120~K5+860	钢管 D610X10 (套 管) PEde400X23.7	定向钻穿越赤石河

鹏兴大桥 PX0 K5+860~深汕大道 K9+020	PE de400X23.7	直埋
深汕大道 PX0 K9+020~科教大道 K10+640	无	隧道不敷设燃气管道

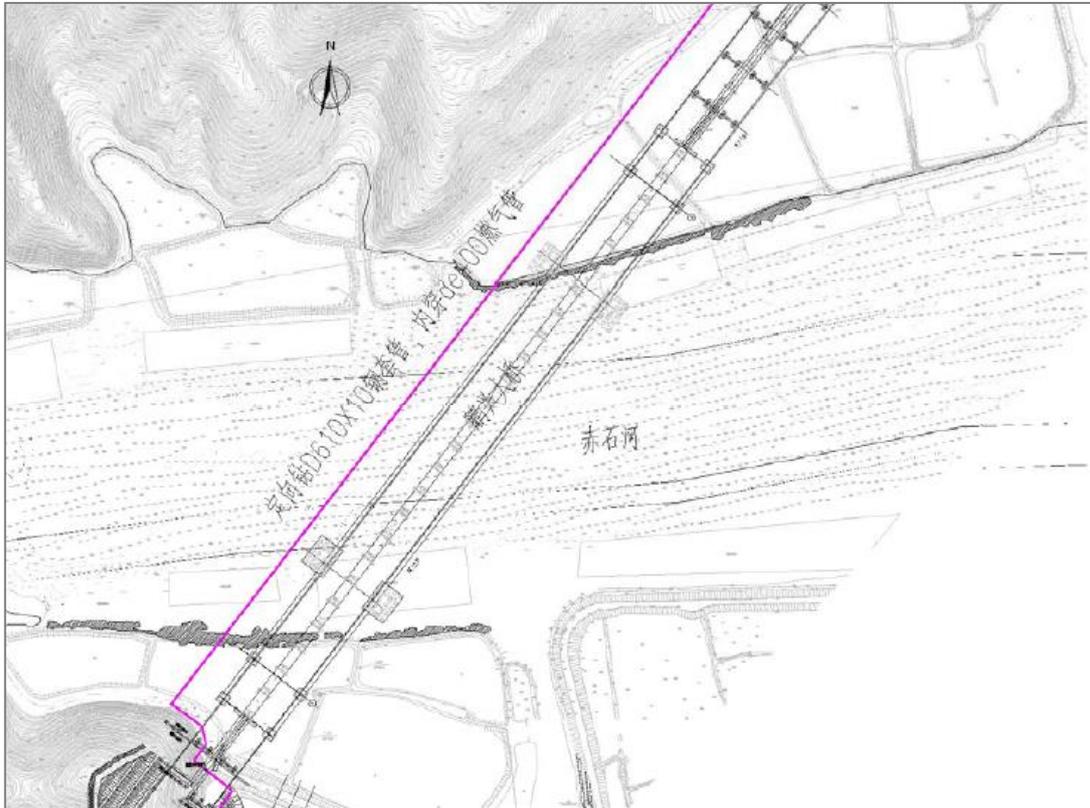


图 2.1-3 燃气管道（跨赤石河段）位置示意图

#### (4) 施工围堰

围堰外侧用草袋、麻袋、玻璃纤维袋或无纺布袋装土堆码。袋中宜装不渗水的黏性土，袋口应缝合。堰外边坡为 1:2。围堰中心部分填筑黏土。工程附近有现状红树林分布，本项目主体工程的桥墩及施工围堰设计范围均已避让红树林。

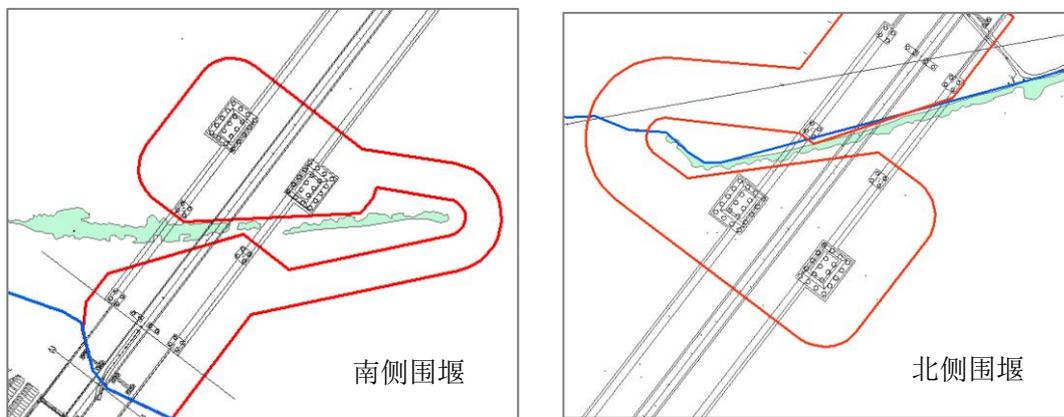


图 2.1-4 施工围堰平面布置示意图（红线为围堰范围，蓝线为海岸线，绿色阴影为红树林）

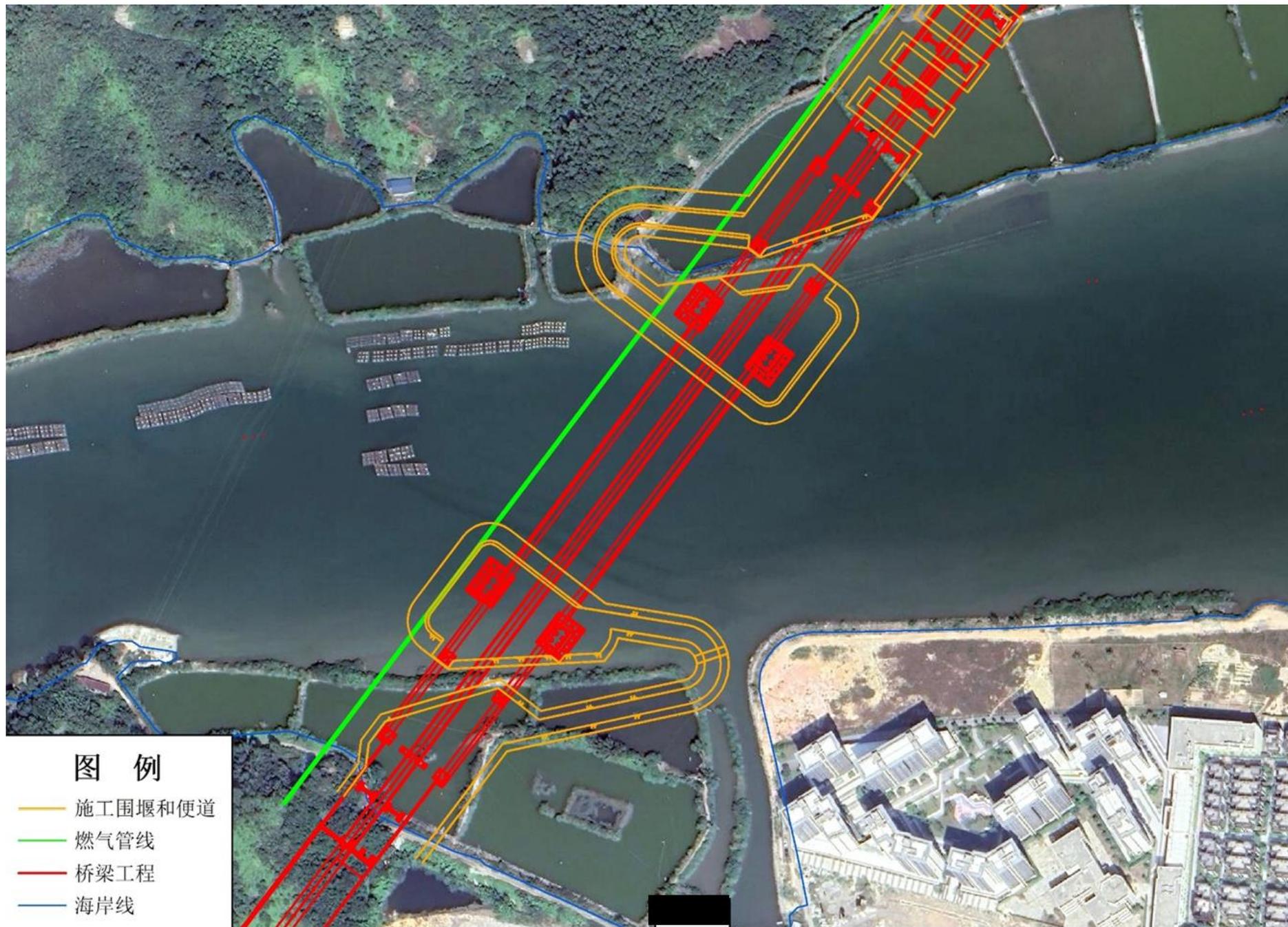


图 2.1-5 本项目施工围堰、燃气工程及桥梁位置关系图

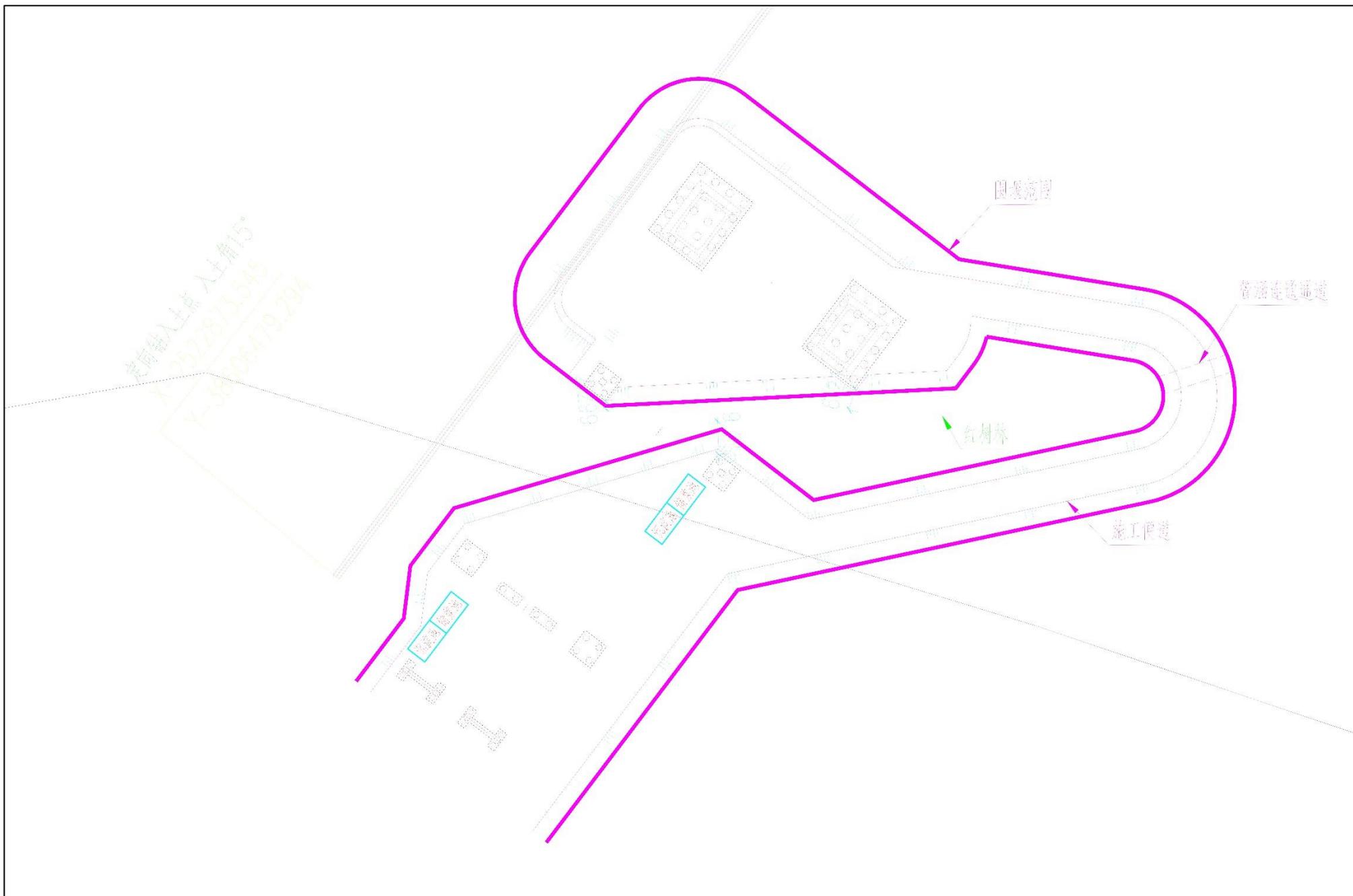


图 2.1-8a 南侧施工围堰平面布置图

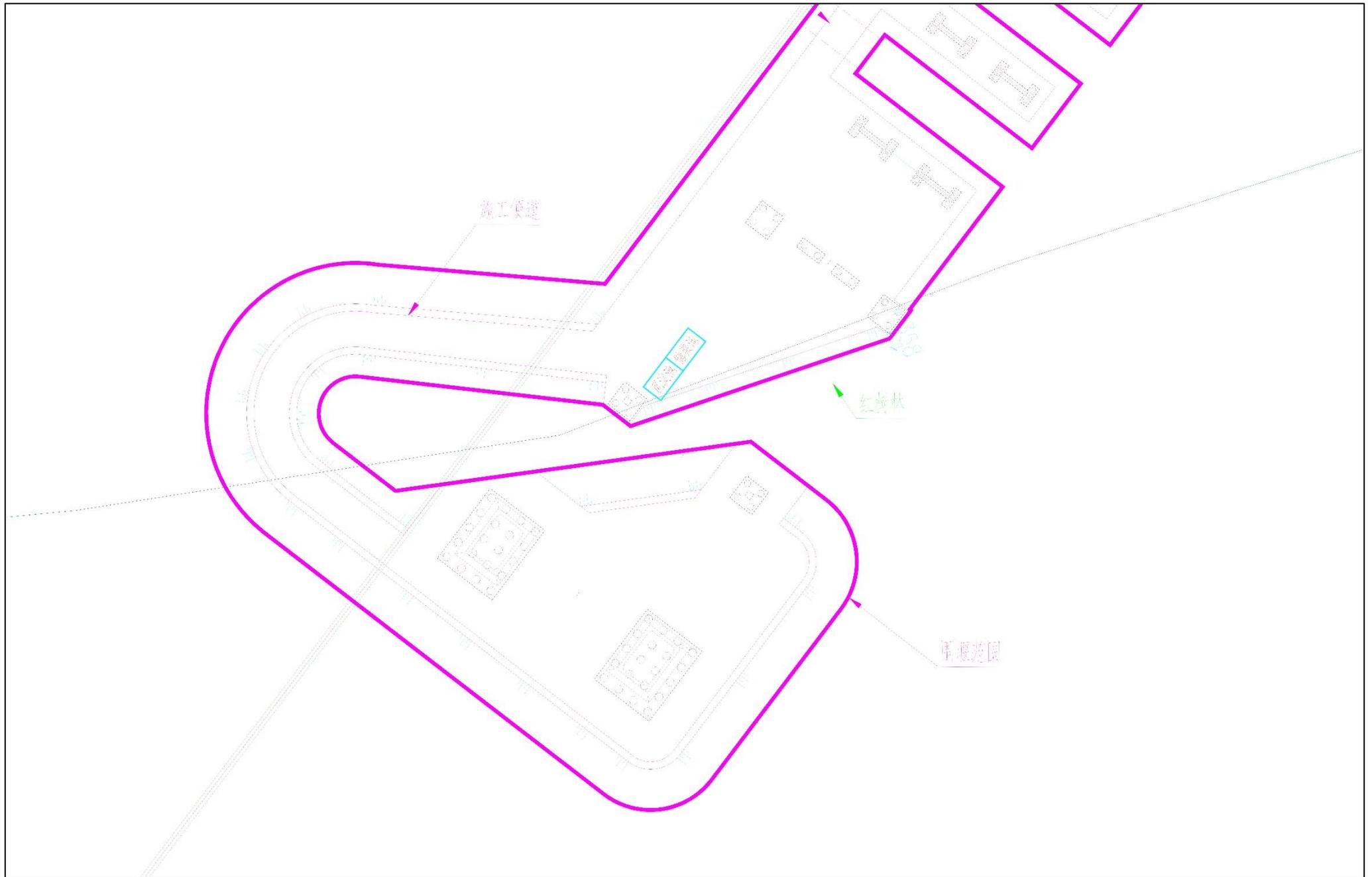


图 2.1-8b 北侧施工围堰平面布置图

## 2.2.2 典型结构型式与设计尺度

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，其中涉海工程为鹏兴大桥工程（跨越赤石河段）、燃气管道工程（下穿赤石河段）以及施工围堰。

### 2.2.2.1 桥梁工程

#### 2.2.2.1.1 桥梁技术标准

- (1) 道路等级：城市快速路；
- (2) 设计车速：主线 80km/h；辅道 40km/h；
- (3) 道路净高：机动车道 $\geq 5.0\text{m}$ ；人行道、非机动车道 $\geq 2.5\text{m}$ ；
- (4) 交通安全和管理设施等级：A 级；
- (5) 设计安全等级：一级；
- (6) 设计使用年限：100 年；
- (7) 汽车荷载：城-A 级。
- (8) 地震烈度：抗震设防烈度 VI 度，桥梁抗震设防类别乙类，地震动水平加速度峰值系数取 0.10g；
- (9) 桥下净空：上跨快速路处净空 5m，上跨匝道处净空 4.5m，上跨高速处净空 5.5m，上跨人行通道处净空 2.5m。
- (10) 通航标准：鹏兴大桥所处赤石河现状航道技术等级为航道维护等级内河 VII 级，通航孔净宽应不小于 65 米、净高应不小于 4.5 米，设计最高通航水位为 2.63 米（最高潮位频率 5% 的潮位），设计最低通航水位为 -0.33 米；设计预留 IV 级航道条件，通航孔净宽不小于 126 米、净高不小于 8 米。其余桥梁无通航需求。
- (11) 结构材料
  - 1) 混凝土  
预应力混凝土主梁：C50；钢筋混凝土主梁：C40 墩柱：C40；桥台、承台：C30；桩基：C30 水下砼。
  - 2) 普通钢筋：采用热轧 HPB300 和热轧 HRB400 钢筋，直径 $>12\text{mm}$  均采用 HRB400，直径 $<12\text{mm}$  均采用 HPB300；
  - 3) 预应力钢筋：采用按《预应力混凝土用钢绞线》（GB/T 5224-2014）标准

生产的高强低松弛钢绞线，公称直径 15.2mm，抗拉强度标准值 1860MPa，弹性模量为 1.95x10MPa。

4) 钢板：采用 Q345B 钢板，应满足《桥梁用结构钢》(GB/T 714-2008) 的要求。

5) 斜拉索：采用 1860MPa 高强度镀锌钢丝，应满足《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》(GB/T 18365-2001) 的要求。

6) 桥梁支座：鹏兴大桥主桥采用球形钢支座，现浇梁和钢箱梁桥采用盆式橡胶支座，小箱梁桥采用板式橡胶支座。各类型支座应符合相关标准的规定。

## (12) 桥面构造

### 1) 桥面防水及排水

为了排除沥青混凝土桥面铺装层的下渗水，桥梁设计在整体化现浇桥面混凝土顶面设置防水层。要求防水层必须为严格符合国家规范标准指标的防水卷材或防水涂料。在桥面泄水管之间设置盲沟，以汇集渗水并通过桥面泄水管排至桥外。

### 2) 桥面铺装

采用 4cm 厚 SBS 改性沥青砼 (AC-13C) +6cm 厚 SBS 改性沥青砼 (AC-20C) +防水层+ (7~10) cm 现浇混凝土调平层。

### 3) 伸缩缝

采用 D40/D80/D160/D640 型伸缩缝。

## 2.2.2.1.2 桥梁设计尺度

鹏兴大道采用桥梁型式跨越赤石河，跨越段桥梁为鹏兴大桥，分为主桥和引桥，其中，引桥仅南侧引桥涉及海域。

### (1) 鹏兴大桥主桥

主桥为双塔混合梁斜拉桥，跨径布置为 62+50+222+50+62m，桥梁总长度 446m，全桥面宽 48.45m，梁高 3m，桥梁高程为 15.831~18.966m。主梁为钢-砼叠合梁。桥塔呈倾斜拱门型，塔高 100m，桥塔上半部分为钢壳混凝土结构，下半部分为混凝土结构，塔身底部横断面长、宽为 12 和 8.6m，塔身顶部横断面长、宽为 5.4 和 3.6m；桥塔底部接承台，承台长、宽、高分别为 23.7、18.7、5m，承台埋置于河床以下，承台顶高程-5.255m；单个承台下接 20 根直径为 2.2m 的钻

孔灌注桩。辅助墩为矩形墩，墩身横断面长、宽均为 1.8m，下接承台，承台长、宽、高分别为 7.5、7.5、3m，承台埋置于河床以下，承台顶高程-1.387m；单个承台下接 4 根直径为 1.8m 的钻孔灌注桩。主桥、引桥连接墩为盖梁矩形墩，墩身横断面长、宽为 2.5 和 1.8m，盖梁高 2.5m，下接承台，承台长、宽、高分别为 7.5、7.5、3m，承台埋置于河岸地面以下，承台顶高程-1.030m；单个承台下接 4 根直径为 1.8m 的钻孔灌注桩。

## (2) 鹏兴大桥南侧引桥

引桥为装配式小箱梁桥，跨径布置为 2x35m，梁高 1.8m，横向分为左、右两幅桥梁，单幅桥宽为 20.46m，横向布置 7 片小箱梁。桥墩为盖梁矩形墩，墩身横断面长、宽为 1.6 和 1.4m，盖梁高 1.8m，下接哑铃型承台，承台长、宽、高分别为 11.4、6.6、2m，承台埋置于河岸地面以下，承台顶高程 2.633m；单个承台下接 4 根直径为 1.4m 的钻孔灌注桩。

### 2.2.2.2 燃气工程

本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，管径为 DN400，外设钢保护套管，套管管径为 DN610。燃气管经鹏兴-创新连接道绕行至现状山体底部，在鹏兴大桥西侧采用定向钻施工工艺穿越赤石河，穿越后经大桥北岸人行道直埋绕行回主线道路敷设。

定向钻施工方案对比管道随桥敷设方案，主要考虑因素：

①鹏兴大桥为斜拉桥，在相同条件下，对比其他形式桥梁，各向位移较大，更容易造成随桥敷设的管道疲劳、泄漏、断裂。

②无法设置补偿装置。鹏兴大桥桥梁跨度较大，加上两端引桥，总长接近 800m。且燃气管道管径较大，旧规划对比最新规划，燃气管道管径从 DN300 提升至 DN400。若以钢管随桥敷设，受桥梁空间所限，无法放置对应规格的补偿装置。

③定向钻穿越赤石河，设计管道与设计桥梁桩基净距大于 10m，新建燃气管道与鹏兴大桥相对独立，避免相互产生的不利影响及安全风险。

综上，设计选择定向钻穿越方案。

穿越位置起点在赤石河西南岸，穿越方向为西南-东北向，管道穿越段与新

建鹏兴大桥保持平行，最低净距不小于 10m，穿越管线材料为 D610 L485M 直缝双面埋弧焊钢管，后回拖 de400 燃气管。设计穿越长度为 748m，弯曲半径 1800D，穿越最大深度约 7m。根据穿越地形、地质条件和穿越管径，该工程定向钻穿越的出、入土角度确定为入土角 15°，出土角 12°。定向钻管段纵向设有 2 处弹性曲线，曲率半径为 1200m（1500D）。根据公式算出回拖力 F 为 42.5t；按照施工规范的要求，钻机应选择最大回拖力为理论回拖力的 1.5-3.0 倍，故本工程施工拟采用回拖力为 200t 的 DDL2000 钻机，完全满足施工要求。

### 2.2.2.3 施工围堰

围堰外侧用草袋、麻袋、玻璃纤维袋或无纺布袋装土堆码。袋中宜装不渗水的黏性土，袋口应缝合。堰外边坡为 1:2。围堰中心部分填筑黏土。围堰设计顶高程为 3.10m，设计底高程为河底现状高程，平整后地面高程为 2.10m。

## 2.3 项目主要施工工艺和方法

### 2.3.1 鹏兴大桥主桥施工方法

#### 2.3.1.1 主要施工步骤

- 1、从南、北河岸外侧建设至岸边的施工便道。
- 2、在主塔处搭建围堰。
- 3、施工主塔、辅助墩和过渡墩的桩基、承台和下塔柱/墩身。
- 4、安装主塔施工用塔吊，搭设主塔施工用支架，施工主塔剩余部分。
- 5、施工主桥边跨的临时支墩。吊装主桥边跨钢箱梁。施工主桥边跨桥面系。
- 6、安装桥面悬拼挂篮，以及桥面运输车。从主塔往跨中逐节段拼装主梁，每完成一个节段的主梁，即对该节段斜拉索及其对应边跨斜拉索进行对称张拉，直至跨中。
- 7、施工中跨合龙段。
- 8、拆除主塔支架及塔吊。
- 9、拆除主塔围堰和施工便道；
- 10、竣工验收，成桥运营。

#### 2.3.1.2 施工便道施工方法

施工便道自上而下结构为：10cmC15 砼罩面+15cm 碎石、粗砂路面+30cm 片

石路基。施工便道施工应按相关规范要求进行。

### 2.3.1.3 围堰施工方法

围堰外侧用草袋、麻袋、玻璃纤维袋或无纺布袋装土堆码。袋中宜装不渗水的黏性土，袋口应缝合。堰外边坡为 1:2。围堰中心部分可填筑黏土。

堆码土袋，应自上游开始至下游合龙。上下层和内外层的土袋均应相互错缝，尽量堆码密实、平稳。

### 2.3.1.4 钻孔灌注桩工程施工方法

#### 1、桩位放样

#### 2、埋设护筒

护筒考虑多次周转，采用 5mm 厚钢板卷制，高 2.0m，护筒内径大于桩径 200mm，上方割 30×40cm 的开口，护筒上部外缘用  $\phi 12$  钢筋焊接加固，并对称焊上 4 个“U”型吊环。护筒埋设采用挖孔埋设的方法，挖孔至一定深度后埋设护筒，护筒中心的桩位不要挖掉，留有 40-50cm 的圆柱体，开挖深度为 1.5-2.0m。

#### 3、钻机就位

钻机采用 CK2500 型号冲孔桩基。钻机就位前，必须先平整场地，钻机的安放要平正、稳固，确保施工中不倾斜、不移位。为了达到这个要求，采用放枕木条，两边高差斜度不大于 2cm，再安装钻机平台，钻机就位后，接通水、电，检测钻具，进行试验运转。



图 2.3-1 钻孔施工示意图

#### 4、护壁泥浆制备

本工程拟在围堰范围内设置储浆池和沉淀池，用于制备泥浆和脱水处理。钻孔泥浆由粘土（或膨润土）和水拌合组成，开工前应准备数量充足和性能合格的粘土，使其性能指标更好的满足施工和规范要求。泥浆在钻进过程中起到护壁和排渣的作用，因此要根据不同的地质情况调制出相应性能指标满足施工和规范要求的泥浆，确保成孔质量。合理控制泥浆比重是保证成桩进度与质量的重要技术措施，在钻进过程中必须加强泥浆的管理工作，及时更换废弃泥浆，经常清理循环系统，定期检查泥浆性能。能再生利用的泥浆重新流入储浆池，不能再利用的泥浆经过沉淀池脱水处理后，由相关单位接收进行资源化处置。

为保证施工期间钻机正常生产，将钻孔过程中产生的钻渣及时装车收集，根据钻渣的物理化学性质、施工成本、环境保护要求等因素，选择合适的处置方式：

（1）晾晒干燥后，作为弃渣送到固定的弃土场；（2）使用固化剂（如水泥、石灰等）与钻渣混合，使其固化成为稳定的固体废物，之后可用于周边道路工程的道路基层、填方等用途。

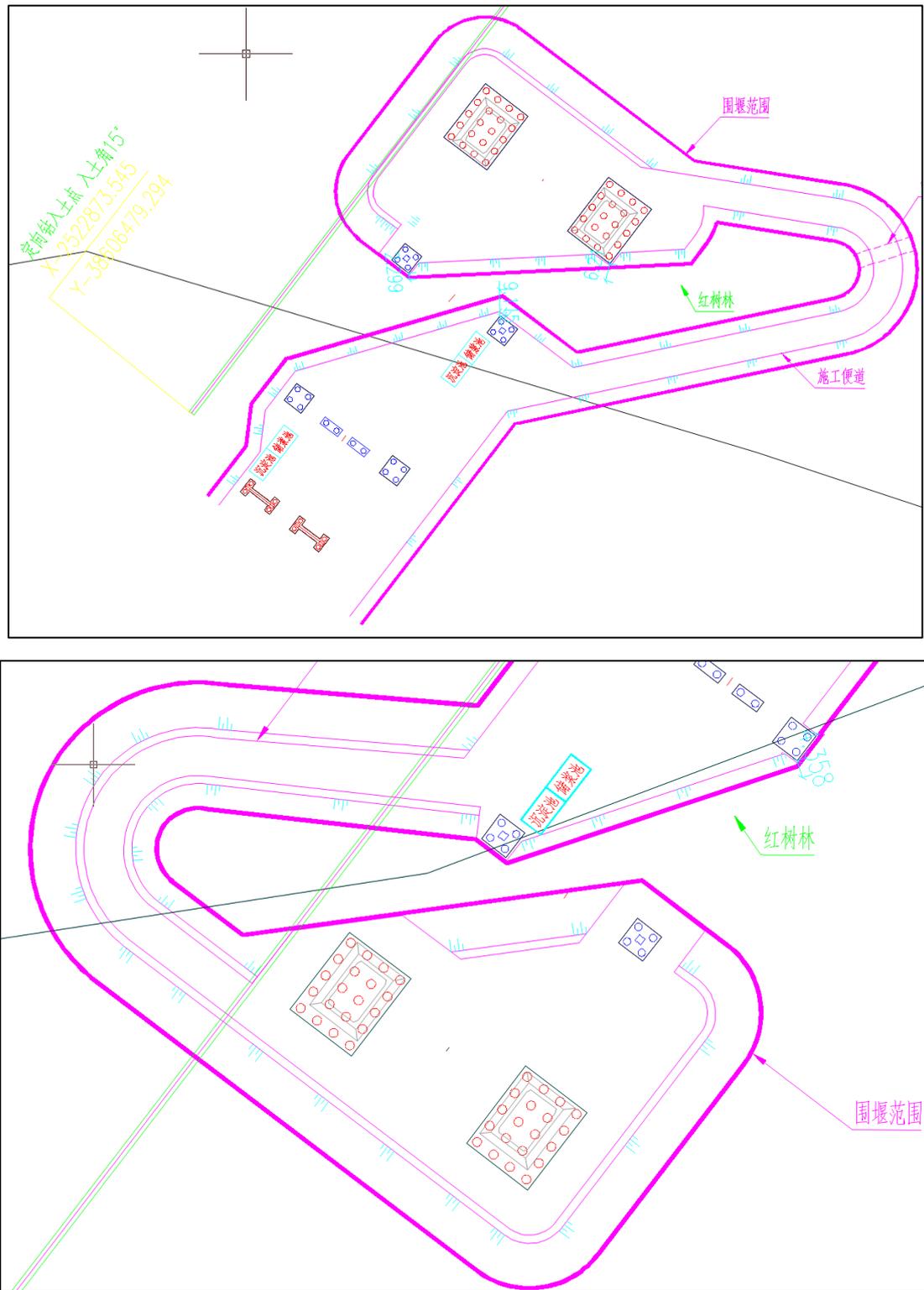


图 2.3-2 储浆池及沉淀池布置示意图

## 5、冲击钻孔

当准备工作就绪，桩位复核无误后，方可进行钻孔施工。钻孔应在相邻桩（5米范围内）混凝土浇筑完成 24 小时后方可进行，以避免干扰相邻桩混凝土的凝固。

钻孔前先开动泥浆泵，待泥浆循环正常后再启动钻机慢速下放钻头，开钻时均匀慢速钻进，待导向部位或钻头全部进入地层后，可加速钻进。

钻机钻进时应分班连续作业，无故不得中途停止，钻机钻进时应根据设计土层类别、钻孔深度及供浆量情况，严格控制钻进速度。一般不宜大于 1m/h，在松散砂层中，钻进速度不宜超过 2m/h，当钻进淤泥层时，宜采用 0.5m 小冲程钻进，当进入砂层时冲程宜控制在 0.8m 左右。钻进时应及时补充泥浆，保持孔内泥浆面高出地下水位 1.5m 以上。

钻孔时应 3 小时检查一次钻机、钻头，乌金套及钢丝绳，并做好检查记录，使其处于良好的工作状态。勤检查成孔的平面位置，抽查泥浆指标，发现问题及时处理。每个钻进过程中如发生斜孔、塌孔和护筒周围冒浆时应停钻，待采取相应的措施后再行钻进。桩垂直度允许偏差为小于桩长的 1%，桩径允许偏差不小于设计桩径。桩长必须保证满足设计桩长。

## 6、终孔、清孔

钻孔深度达到图纸规定深度后，然后立即进行清孔，清孔的目的是抽换孔内泥浆，清除钻渣和沉淀层，尽量减少孔底沉淀厚度，防止桩底存留过厚沉淀土而降低桩的承载力。其次，清孔还为灌注水下混凝土创造良好条件，使测深准确，灌注顺利。清孔方法根据设计要求、钻孔方法、机具设备条件和地层情况决定，孔内水位保持在地下水位以上 1.5-2m，以防止钻孔的任何塌陷。清孔时，应将附着于护筒壁的泥浆清洗干净，并将孔底钻渣及泥浆等沉淀物清除。清孔一般进行两次，以达到孔底沉淀物厚度不超过规范规定。

在终孔和清孔后，对孔位、孔深、孔径和倾斜度等采用专用的检孔器（检孔器外径为钻孔桩钢筋笼直径加 10cm，不得大于钻头直径，长度为孔径 4-6 倍的钢筋笼），在最短时间内灌注混凝土。

## 7、制安钢筋笼

钢筋加工在钢筋加工场集中制作。钢筋进场必须有出厂合格证书和质量保证书，进场钢筋应分别按规格、型号、批量堆放，经现场监理工程师取样签认分送项目部中心试验室和总监办中心试验室检测。检验结果书面通知质检负责人，报送监理工程师审批认可后方可加工制作，钢筋现场堆放地点要求挂牌以备检查，

明确标示已检查、合格、不合格字样。制作钢筋笼的主筋、箍筋，直径、数量、间距应符合设计图纸和技术规范的要求。

钢筋笼直径除满足设计要求外，受力钢筋顺强度方向加工后的全长允许偏差±10mm，箍筋螺旋筋各部分尺寸允许偏差±5mm。每节钢筋笼制作完后，在钢筋笼外侧设置耳筋，以保证混凝土的保护层厚度。将制作好的钢筋笼平卧在平整的地方，堆放的位置应无积水、泥浆，钢筋笼下面用方木支垫，并挂好编号标志。

每节钢筋笼的长度应视成笼的整体刚度及起吊设备的有效高度来确定。钢筋笼分段制作，每根桩基钢筋笼一般分为两节吊装。钢筋笼吊运时，吊点应设方木托起钢筋笼，增大吊点受力面，吊点应拴牢并布置合理，使钢筋笼起吊后处于自然垂直状态，并无明显变形。起吊时，须用双吊点，吊点位置要恰当，一般设在加强箍筋处（吊点处应加焊），采用大钩和小钩相互进行钢筋笼吊装，小钩吊下部、大钩吊上部。

清孔完毕，孔深、孔径和垂直度等各项指标经监理工程师检验符合要求后，即进行钢筋笼安装施工。钢筋笼入孔时应对准孔位，吊直扶稳，缓慢下沉，避免碰坏孔壁。下节钢筋笼入孔后，用钢管或方木挑在护筒周围，然后起吊上节，起吊时吊车稳住钢筋笼，进行上下笼的错位焊接，相邻焊接缝错开距离不小于 35d，焊接时采用预弯搭接双面焊，搭接长度不小于 5d，焊接须饱满、平整，防止点焊、虚焊。钢筋笼下到设计标高后，用悬挂器将其与护筒或平台连接牢固，防止钢筋笼发生掉笼或浮笼现象。

钢筋笼安装完毕自检合格后，上报监理工程师进行隐蔽工程检查验收，并及时浇注水下砼，其间隔时间不宜超过 4 小时，以防沉淀和塌孔。安装钢筋笼时应使其中心与桩基中心吻合，偏差不大于 2cm。在安放钢筋笼后，浇注砼前，应再次检查孔底沉淀厚度，是否符合设计要求，若不符合须进行第二次清孔。

## **8、导管安装**

导管在使用前先在地面试拼，导管下放前进行水密性、承压等试验，试验后要对导管编号，下导管时按编号拼接。

导管下放时，应使位置居于孔中，轴线垂直，稳步沉放，防止卡挂钢筋骨架和碰撞孔壁，并应在灌注混凝土前进行升降试验，下放检查沉淀厚度，合格后方

可进行下一道工序施工。

在灌注过程中，应经常用测锤探测混凝土面的上升高度，并适时提升、逐级拆卸导管，保持导管的合理埋深。应根据实际情况严格控制导管的最小埋深，以保证桩身混凝土的连续均匀，不使其可能裹入混凝土上面的浮浆皮和土块，防止出现断桩现象。对导管的最大埋深，则以能使管内混凝土顺畅流出，便于导管提升和减少灌注提管、拆管的辅助作业时间来确定。探测次数不宜小于所用的导管节数，并应在每次提升导管前，探测一次管内外混凝土面的高差。

## 9、浇筑混凝土

采用混凝土拌和站集中拌和的地方商品混凝土，用混凝土运输车运输。混凝土运至浇筑地点时，由试验人员对混凝土的和易性、塌落度进行检测，符合要求后进行灌注。

为确保灌注的顺利进行，混凝土灌注前要首先准确计算出首批混凝土方量，若砼罐车到不了桩位孔口位路，需准备可装  $2\text{m}^3$  砼的料斗，然后用吊车吊料斗送砼，在首批灌注时，必须保证储料斗和吊斗内的砼方量能达到桩孔 1 米以上的位置。灌注水下混凝土时由一人统一下令开始灌注，灌注速度要循序渐进。首批砼灌注后及时测量砼面的高度，以确定埋管深度，并检查导管内是否进水。如不符合要求，应立即采取有效措施进行处理。首批混凝土灌注后，混凝土应连续灌注。在灌注过程中，导管的埋置深度宜控制在 2-6 米，防止埋管过深提不起来或埋管过浅脱空产生的断桩事件发生。在水下砼灌注过程中，有专人测量导管埋深，填写好水下砼灌注记录。

首批灌注混凝土的数量应能满足导管首次埋置深度 ( $\geq 1.0\text{m}$ ) 和填充导管底部所需混凝土数量。在灌注过程中，应经常探测孔内混凝土面位置，及时地调整导管埋深。当灌注的混凝土顶面距钢筋骨架底部 1m 左右时，应降低混凝土的灌注速度。当混凝土拌合物上升到骨架底口 4m 以上时，提升导管，使其底口高于骨架底部 2m 以上，即可恢复灌注速度。

在灌注过程中，应经常保持孔内水头，防止塌孔。在灌注过程中，应将井孔内溢出的泥浆引流至适当地点处理，防止污染环境。灌注完的桩顶标高应比设计标高高出 0.5-1.0 米，高出部分在混凝土强度达到 90% 以上后凿除，凿除时必须

防止损毁桩身。拔护筒时，应注意勿使桩头混凝土离析。

在灌注将近结束时，控制好最后砼的灌注量，使灌注完毕的砼顶面在凿除浮浆层后，满足桩顶标高设计要求，确保桩身质量。应控制在设计桩顶标高以上 1 米。每根桩要制作不小于三组试件，每组三块。试验工程师要随机抽检砼的各项技术指标。

### **10、拔导管、截桩头**

水下砼浇注完毕，导管吊出桩外，分节卸开，管节和连接零件用水冲洗干净，然后涂油，并摆放保管。

桩头处理：桩基混凝土强度达到设计强度的 90%后，可进行桩头凿除处理，凿除前应将桩顶设计标高做好明显标记，凿除时先用风镐凿，待凿至接近设计标高 20cm 时应采用人工凿除，凿除时注意保护好声测管。

#### **2.3.1.5 承台基坑施工方法**

- 1、施工灌注桩，施工工艺如上述钻孔灌注桩。
- 2、开挖至冠梁以下 0.5 米，施工冠梁及第 1 道支撑；
- 3、开挖至第 2 道支撑以下 0.5 米，施工腰梁并加第 2 道支撑；
- 4、开挖至基坑底标高，挂钢筋网并喷 C20 砼护面；
- 5、待承台及塔身/墩身施工完成后，分层回填并拆除支撑。

#### **2.3.1.6 主塔钢壳施工方法**

##### **1、主塔钢壳加工**

主塔钢壳节段加工顺序：零部件（同期可准备节段组装胎架）→板单元→附筋板单元→附板单元定位→水平环向钢筋连接→附筋壁板单元焊接→组焊内、外壁连接角钢→组装内、外壁板连接勾筋→单段壳体各指标检测验收→下胎→预拼装→成品验收→涂装→发运。

##### **2、主塔钢壳焊接**

本桥拱塔截面为双壁箱形钢壳混凝土截面，由于钢壳壁板较薄，焊接变形大，加工时应将部分受力钢筋的加工和安装作为钢结构工厂制作的一部分，不仅要求在厂内能顺利连接，在桥位现场浇注混凝土后，也要保证后续节段钢筋的套连接。

索塔钢壳板件厚度较小，结构焊缝较多，所产生的焊接变形和残余应力较大，

制造过程中，在保证焊缝质量的前提下，应尽量采用焊接变形小焊缝收缩小的工艺。焊接变形的矫正可根据实际情况与加工单位的设备、经验等情况采用火焰或机械自动矫正。为防止焊接引起的变形，节段的两端须安装具有足够刚度的临时隔板。

钢壳节段外壁板的竖向对接焊缝均为 I 级熔透焊缝，并应采用熔敷金属量少、焊后变形小的坡口。索塔钢壳外露面的焊缝、板件对接引弧板施焊的边缘焊缝以及临时吊点的焊缝均需打磨平整。

### 3、主塔钢壳运输、堆放与预拼

每个钢壳节段上均应设置长度、标高、轴线测量控制点，标记明显、耐久。所有运输过程起吊时只能利用临时吊点。

钢壳节段块件场内堆放、运输过程的支点、临时吊点等需结合梁段运输和现场安装方案共同设计，并对钢壳相应部位进行必要的加强，报监理工程师批准后实施。钢壳节段为避免与地面接触及现场吊装方便，每个节段下端均应支撑于特制的支架上，钢壳节段顶端用防雨布覆盖，并注意高强螺栓摩擦面的保护。

壳体节段组拼时应严格控制上下端口的平整度，并对上下端口的坡口予以有效保护。立式匹配过程中应严格控制节段间对接口焊接间隙的均匀性，超出误差要求的焊接间隙应予以修磨处理，以最大限度减少壳体节段间对接焊对索塔垂直度造成的影响。

立式匹配时，下塔柱及中塔柱节段间以调整节段单体达到匹配精度；上塔柱（有索区）匹配应按优先确立钢锚箱及索导管与主塔钢壳匹配关系为原则进行，以保证斜拉索锚固点的精度要求。为使立式匹配操作性强且容易实施，钢结构加工单位应加工合理有效的节段间立式匹配工装。每组临时匹配件顶面均应设置明显的标高测点和平面测点，桥位处每节塔段的顶端空间位置均由上述测点获得。

所有钢壳节段加工完毕后，均要求相邻节段之间进行立式匹配（预拼装）一次。立式匹配的精度按如下控制：预拼装长度： $\pm 4\text{mm}$ （两端节段横基线间距）；轴线相对错位： $\leq 1\text{mm}$ （相邻节段纵基线对位偏差）；接口错边量： $\leq 1\text{mm}$ （相邻节段壁板错边）；轴线偏离度（纵、横桥向）： $\leq L/6000\text{mm}$ （L：m，预拼装长度）。由于主塔各节段板壳尺寸过大，建议在桥址附近建立临时加工厂，以进行

组焊、预拼，减少组焊后钢构件运输带来的不利因素。

#### 4、主塔钢壳安装

钢壳节段吊装要点：安装施工前应编制详细的节段构件吊装施工工艺，并应核对节段构件编号和起吊重量，在吊装应对节段构件起吊的稳定性进行验算。钢壳节段吊装需采用专用吊具，吊具的强度、刚度应满足吊装需要，吊点布置应满足设计要求，并随钢壳节段一起加工，吊耳与钢壳两者间宜采用高强螺栓连接。主塔钢壳节段在工厂制作试拼合格后方可启运，并根据不同的运输方式对构件进行必要的临时加固和保护，构件安装的吊点、导向及临时匹配件宜在厂内制作时设置。

主塔钢壳节段安装精度：

首节段轴线纵、横向偏差 $\leq 3\text{mm}$ ；

顶、底断面横桥向与理论横桥向偏差： $\pm 3\text{mm}$ ；

顶、底断面纵桥向与理论纵桥向偏差： $\pm 2\text{mm}$ ；

高程偏差： $\pm 5\text{mm}$ ；

通过微调各节段将塔轴线偏差控制在  $L/3000$

节段间的拱轴线差顺桥向 $\leq 3\text{mm}$ 、横桥向 $\leq 2\text{mm}$

节段间的焊缝间隙 4-12mm 之间；

节段接缝处错台 $\leq 0.2$  倍钢壳钢板厚度。

两侧牛腿顶相对高差： $\leq 2\text{mm}$

牛腿顶钢板倾斜度： $\leq 2\text{mm}$

箱形长、宽、高： $\pm 4\text{mm}$ 、 $\pm 2\text{mm}$ 、 $\pm 2\text{mm}$

同一横断面对角线相对差： $\leq 3\text{mm}$

扭曲： $\leq 5\text{mm}$ （正位测量上、下两面四角不平度）

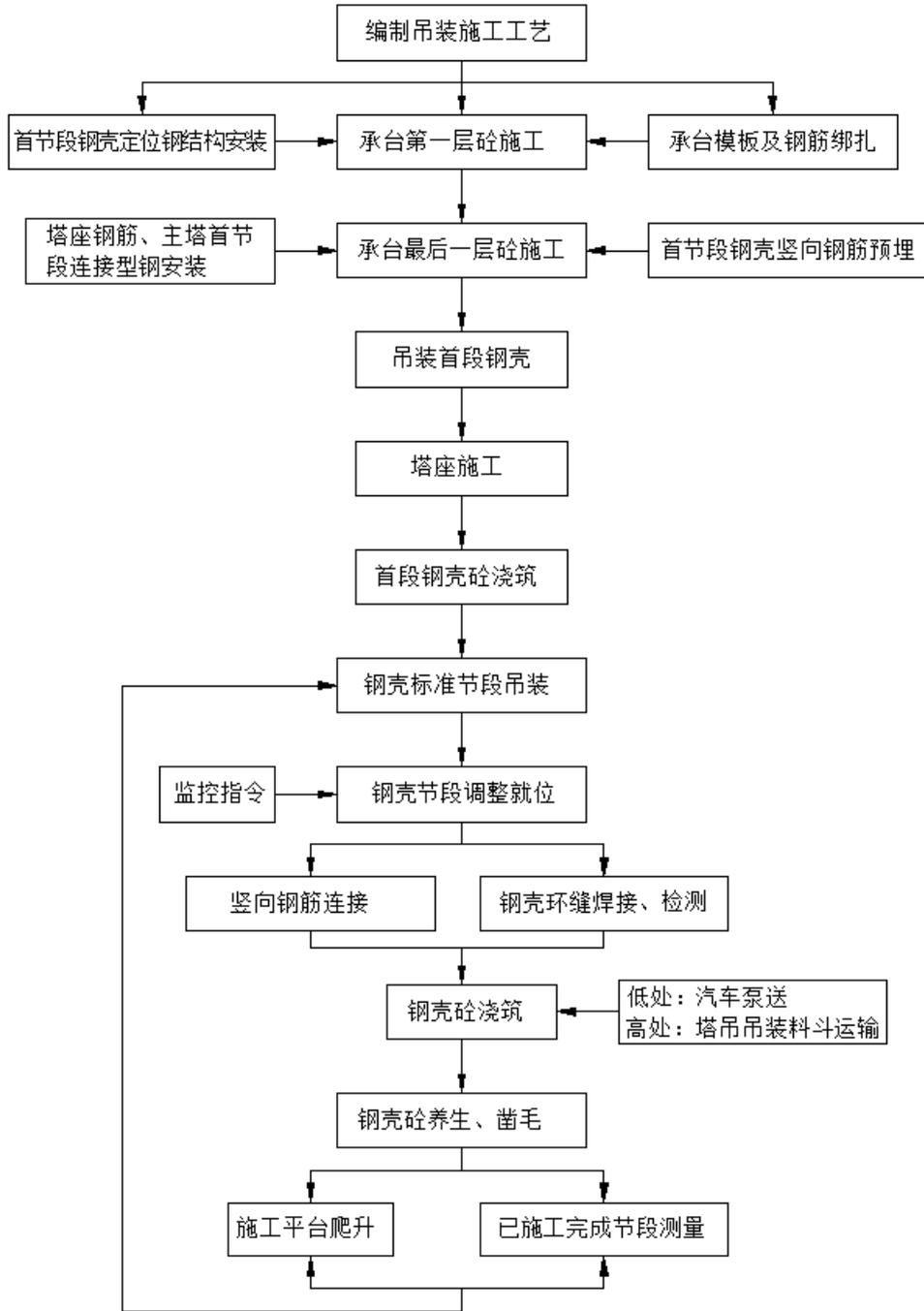


图 2.3-3 主塔节段施工流程示意图

### 2.3.1.7 钢主梁施工方法

#### 1、钢主梁加工

钢结构厂家应选择具有类似结构桥梁生产的经验，所有钢结构的制造应按国内有关规程、规范实施。

##### (1) 钢结构备料

本桥主要钢材材料要满足设计要求，并且满足相关规范要求；钢材必须有生产

厂的质量证明书，原材料应按有关现行国家标准进行检验和验收，并做好记录；选用的焊条、焊丝及焊剂与钢材焊接后，其熔敷金属的机械屈服强度、极限强度、延伸率及冲击韧性应高于母材的机械性能。焊接材料应附有生产厂的质量证明书，应注意抽查复验焊剂及焊丝；

## **(2) 钢结构制造**

钢结构生产厂家应首先按设计图纸完成制造工艺设计。制造工艺设计内容应包括：编制工艺流程图及总体文件；编制实施性制造规程及细则文件；质量保证及管理文件；验收程序文件等，以上内容均应报监理和设计认可，并由监理工程师批准；本桥钢结构大多采用钢板切割、焊接而成，主要零部件的切割应优先考虑采用精密切割，如数控、自动、半自动切割。手工切割仅适用于次要零件或切割后边缘仍需机加工的零件。设计图中所标注的钢结构尺寸均为 20℃基准温度下的尺寸，未计入焊缝的收缩和施工过程中梁段的压缩量以及预拱度值，在放样、样板制作时应严格按照施工图和工艺文件要求预留制作和安装时焊接收缩量余量和切割余量；

样板、样棒、生产加工图应标明产品名称、件号、数量、材料牌号及厚度；钢板下料前应检查钢板牌号、厚度，确认无误后方可下料；结构零件尺寸超过板材尺寸时，应先拼板后下料；主要受力构件的下料应尽量使其受力方向与钢板的轧制方向一致；切割前应将钢板表面切割区域的铁锈、污物清理干净，切割后应将熔渣、氧化皮清理干净；

## **(3) 零件切割允许偏差**

手工切割：2mm

自动、半自动切割：1.5mm

切割截面垂直度：1.5mm

切割坡口角度：0.5°

切割时应严格控制摆动，调整断口垂度及坡口角度，防止缺口。零部件缺口应不大于 2mm，小于等于 2mm 缺口可用砂轮机打磨光滑平顺，大于 2mm 时应按照缺陷修补法进行修补；对用气割开坡口的钢板坡口表面应用砂轮机将坡口表面不平处打磨光滑，并显露金属光泽；

#### (4) 钢结构焊接

由于钢主梁为全焊结构，结构焊缝较多，所产生的焊接变形和残余应力较大，加工过程中，在保证焊缝质量的前提下，应尽量采用焊接变形小、焊缝收缩小的工艺，所有类型的焊缝在施焊前，应做焊接工艺评定试验。建议采用 CO<sub>2</sub> 气体保护焊，其气体纯度不应小于 99.9%。

钢主梁腹板及其附近的构件为主要受力构件，与腹板对接的各构件均需要设计要求焊透，并应采用焊缝金属量少、焊后变形小的坡口，要求对焊缝表面进行处理，以减小应力集中。

焊接坡口原则上建议采用自动切割和机械加工方法加工成型面。

加工时不得任意加大焊缝，宜避免焊缝立体交叉、重叠和过分集中。

角焊缝端部应围焊，所有焊缝均需进行打磨，所有焊缝断面形式均应焊成凸形，焊件厚度大于 20mm 的角接接头，应采用收缩时不易引起层状私立的工艺及构造。

对于施工过程中的工艺孔洞，施工结束后按原状恢复，其焊缝按 I 级熔透焊缝进行检查。加工单位应对焊缝比较集中、刚性较强节点编制焊接程序，将焊接应力降到最低限度；焊条使用前需经 350° C 左右烘焙二小时，焊剂使用前须经 250° C 左右烘焙二小时，然后存放在恒温箱中，施焊时焊条、焊剂应放在焊条保温筒中，防止受潮；施焊前，焊工应复查焊件接头质量和焊区的处理情况，当不符合要求时，应经修整合格后方可施焊；焊接时，焊工应严格遵守焊接工艺，不得自由施工及在焊道外的母材上引弧；焊接应采用双数焊工从中间逐渐向外，左右对称进行，以保证构件自由收缩；多道多层焊应连续施工，每层焊道焊毕后应及时清理检查，清除缺陷后再焊；多层焊起落点相互错开，角焊缝转角处要连续施焊；埋弧自动焊在所有对接焊缝的两端设置引弧和熄弧板，引弧板的坡口形式、材料与工件相同；埋弧自动焊在施过程中不应断弧，如发生断弧应按照规定将停弧处刨成 1: 5 的坡度后，再继续搭接 50mm 进行施焊，焊接应搭接圆润一致；焊缝出现裂纹时，焊工不得擅自处理，应查明原因确定修补工艺后方可进行处理。焊缝同一位置不得出现二次以上返修，超过二次时，应按返修工艺进行；本桥焊缝除特殊注明外均采用埋弧自动、半自动电弧焊接或气体保护焊，只有少

量现场焊缝可由有资格的焊工手工电弧焊。

结构中不等厚或不等宽的板采用对接焊缝时，为使厚（宽）向薄（窄）过渡，应将厚（宽）的一侧或是双侧做成坡度，该坡度按不大于 1：5 考虑（图中另有要求的按图施工），同时还应对焊缝表面顺应力方向进行机械加工，使之匀顺过渡。所有分部构件在焊接完未组装前应采用有效措施消除或减少焊接残余应力。

### **（5）焊缝质量检验要求**

所有焊缝均应进行外观检查，焊缝不得有裂纹、未熔合、焊瘤、未填满的弧坑等缺陷。焊缝的无损检测应在外观检验合格后，且在施焊完成 24 小时后进行。对于有十字交叉的对接焊缝，应以交叉点为中心，附近 120mm~150mm 范围 100% 做射线探伤，射线透照等级为 B 级，焊缝内部质量应达到 II 级。

## **2、钢主梁组拼、堆放及运输**

钢主梁分为顶板单元、底板单元，腹板单元、横隔板单元、悬挑结构单元及附属结构单元。板件组成梁段的步骤是：底板→横隔板→腹板→顶板→悬挑构件。

出厂前进行相邻阶段预拼装，组装必须在胎架上进行，胎架长度不应少于 3 段。梁段加工并检验合格后应进行横向预拼，按设计线形及梁段间预留的间隙（还应计入焊接收缩量）使相邻梁段的连接断面相匹配，匹配完成后将测点按图纸要求焊于钢箱梁的腹板上，测量记录所有梁段测点间的相关关系。

梁段宜单层堆放，堆放支点必须位于纵、横隔板下，应尽量使各点受力均匀，不允许出现支点脱空现象。梁段的运输包括场内运输，在起吊时应保证四点起吊，吊点处应注意加强，且吊点位置及构造须经设计部门同意，在起吊和运输过程中应该保证梁的平稳。

## **3、钢结构的组装及运输**

组装前，进行零部件检查，连接接触面和沿焊缝边缘 30mm~50mm 范围内的铁锈、氧化皮、油污水份清理干净；板材、型材的拼接应在组装前进行，构件的组装应在部件组装、焊接、矫正后进行；定位焊所用焊接材料应与母材相匹配，定位焊缝长度为 50mm~75mm，焊角尺寸一般不大于设计焊脚一半，并应由有合格上岗证书的焊工进行；组装顺序应根据结构形式、焊接方法、焊接顺序等因素确定；构件的隐蔽部位应首先焊接、涂装，并经检查合格后方可封闭；采用模

夹具组装拆除时不得损伤母材，对残面的焊疤应修磨平整；组装后的构件自由边全部用砂轮机打磨倒棱后方可进入涂装；确保现场安装精度，构件组装好后应进行预拼装，预拼装检查合格后应对各梁段标注中心线、控制基准点等标识。

各构件预拼装应按照拼装施工图进行，可采用平面辗转局部试装法，对新设计和新工艺结构，未经预拼合格不得成批生产。预拼后要有详细检查记录，合格后方可出厂；预拼装过程中应检查拼接处有无相互抵触情况，焊缝是否影响安装，如有冲突应立即进行处理，预拼装块段数不得少于3个标准段长度。

钢主梁可分单元运输至现场进行组拼，或是工厂内组拼分梁段运输，其运输时单元的划分可由施工单位根据运程实际情况而定。钢主梁的构件在运输过程中，应采用有效措施防止腹板变形或横向变形。

#### **4、钢结构现场安装**

图纸中给出的钢梁的节段长度供施工单位参考，施工单位可根据自身的实际吊运能力适当改变节段长度以方便施工，但是顶底板和腹板对接焊缝的位置应按图中的要求错开。

钢结构的施工应严格按照施工流程图进行，并且应进行施工组织设计，施工组织设计应报设计进行复核算，以保证预拱度值的准确。

钢结构安装应严格按照施工组织设计进行，安装程序和措施必须保证结构的稳定性并不导致永久性变形，施工组织方案中有关的标准确定应征得设计单位认可；安装前应按构件明细表核对进场构件，查验产品合格证及验收文件。工厂预拼装过的构件在现场组装时，应根据预拼装标注的中心线和控制基准点记录进行控制；钢结构安装过程中，构件组装、焊接和涂装等工序的施工均应严格按照施工组织设计文件进行。

对于钢主梁在每个梁上均应设计长度、标高、轴线测量控制点，标记明显、耐久；每个梁段均应精确测量梁体长度，误差要求在 $\pm 10\text{mm}$ 以下。由于焊缝收缩的原因，钢梁安装时应设偏移量，偏移量的大小应根据工厂焊缝试验结果由施工控制人员根据施工具体情况提供。各钢构件的运输过程的起吊杆只能利用临时吊点，严禁直接利用钢件作为吊点。

## 2.3.2 鹏兴大桥南侧引桥施工方法

引桥下部结构的桩基、承台围堰等内容施工方法和主桥一致，上部结构为小箱梁，在海域范围外预制好，用汽车吊吊装。

## 2.3.3 燃气管道施工方法

### 2.3.3.1 配置泥浆

本工程拟在围堰范围内设置储浆池和沉淀池，用于制备泥浆和脱水处理（见图 2.3-2）。

1、钻机就位和调试：首先将 DDL2000 钻机按照施工总平图及相关规范要求错固在固定的位置上，钻机入土角调整到设计图纸要求，然后进行调试，确保满足施工条件。

2、配制泥浆：配制性能良好的泥浆是定向钻穿越施工的必要条件，起着润滑、防止失水的作用，减少摩擦阻力。施工之前计算好泥浆配合比，将膨润土、泥浆添加剂放入泥浆中，且添加的材料满足环保要求。

3、在导孔阶段，应该将孔内的泥沙带出孔外，以此来保持孔壁的稳定，降低推进阻力。泥浆基本配制方法为：基础泥浆+0.2%~0.4%增粘剂+0.3%降滤失剂。

4、扩孔阶段对泥浆的要求是必须具有良好的护壁作用，防止因扩孔张力过大导致钻孔发生坍塌，同时也需要提高泥浆携带泥沙的能力，因此泥浆基本配制方法为：基础泥浆+0.3%~0.5%提粘剂+0.4%降滤失剂。

5、在扩孔和回拖阶段，要求泥浆具有良好的护壁和携砂能力，以及减少摩擦和扭矩，且具有良好的润滑能力。因此泥浆基本配制方法为：基础泥浆+0.3%~0.5%提粘剂+0.4%降滤失剂+2%~3%的润滑剂。

6、为了有效降低钻杆与地层之间的摩擦阻力，泥饼的质量至关重要。泥饼薄而坚硬，能稳定孔壁，降低摩阻。在泥浆中加入高性能降滤失剂，控制失水，形成优质泥饼。泥浆的粘度符合下表要求。根据地质条件和管径确定泥浆的粘度。泥浆的粘度每两小时用马氏漏斗测量一次。返泥处理：部分返泥回收，不能再利用的泥浆经过沉淀池脱水处理后，由相关单位接收进行资源化处置。

### 2.3.3.2 定向钻施工

1、钻机试钻：钻机安装后，及时试运转，以检测各部件的运行情况。

(1) 钻进时的入土角为  $15^\circ$ ，在定位点前为倾斜段，入射角可根据现场条件调整。

(2) 导向孔根据设计曲线钻进，曲线半径由公式计算，采用  $L=148.98\text{m}$ ，每米转角约为  $0.4^\circ$ 。由于受其它管道的限制（设计标高原地面为  $2.0\text{m}$  左右），敷设管道到达定位点后应在  $2.5\text{m}$ ，钻进角度在  $15^\circ$  左右，每  $10\text{m}$  调整  $0.5^\circ$ 。

2、导孔钻进完成后，根据钻孔轨迹和数据记录，确定导向孔是否可用。轴线从左到右的偏差应控制在  $2\text{m}$  以内，深度偏差应控制在  $0.5\%L$ （钻进长度）以内。出土点偏差控制在  $0.5\text{m}$  以内。

3、分级扩孔成孔：根据土质情况，钻孔工艺采用分级反拔旋转扩孔，采用  $D400$ 、 $D550$ 、 $D700$ 、 $D850$ 、 $D950$ 、 $D1050$  钻头分级扩孔。

钻孔导向完成后，在出土点钻头出孔，取下导向钻头和探头，安装  $D400$  扩孔器，确认持水孔未被泥浆堵塞后，启动扩孔。钻头必须与钻杆连接牢固后才能展开，以防在开发过程中发生事故。在回扩过程中，必须根据不同地层的地质条件和现场产泥情况确定速度和泥浆压力，以保证成孔质量。为防止在钻进过程中由于刀盘摩擦和铰刀穿孔造成铰刀失效，该扩孔器采用高硬度耐磨合金作为开孔器的刀盘。

为了提高整个开孔器的强度和耐磨性，在开孔器的桶体表面覆盖耐磨合金，确保铰刀能够完成孔操作。

4、管道回拖：因本工程穿越土层以强风化及中风化泥质砂岩为主，管线回拖时应根据  $D1050$  扩孔器最后一次洗孔时钻机拉力、扭矩的大小控制好回拖的速度，且管道回拖施工应连续进行，除发生不可抗拒的原因外，严禁在施工中无故停拖。具体拖拽程序如下：

(1) 管道组装、焊接、清管、试压完成后，在管道的末端连接一个拖曳头和凸耳，在管道的另一端切断多余的管道，并焊接封头。

(2) 组装回拖支架，每隔  $20\text{m}$  左右放置一个沙袋，将焊接好的管道放置在沙袋桩上，减少回拖过程中的回拖阻力，保护管道防腐层。

(3) 连接钻杆 D1050 扩孔器，依次将万向接头和回拖管连为一个整体，仔细检查各连接螺栓，确保各连接环节连接牢固。

(4) 缓慢旋转钻杆并送入泥浆，以确保万向接头正常工作，并且扩孔器的泥浆孔未被堵塞，然后开始将钻杆向后拖。

(5) 在回拖过程中，应特别安排人员对管线进行巡视，防止管线在回拖过程中从沙袋架上脱落。

(6) 为保护补口防腐层不受损伤，在补口防腐层正面加一半热缩带，补口防腐层应在补口前一天完成，以保证补口强度。拉动管道前应全面检查防腐情况，发现损坏应立即修复，拉管时用电火花检测跟踪检测，发现泄漏应立即停止拖管。

(7) 回拖过程中协调、指挥、沟通要顺畅，记录扭矩、拖曳力、泥浆流量、回拖速度，如有异常，应立即报告。派专人观察沿线有无泄漏，发现异常及时报告。

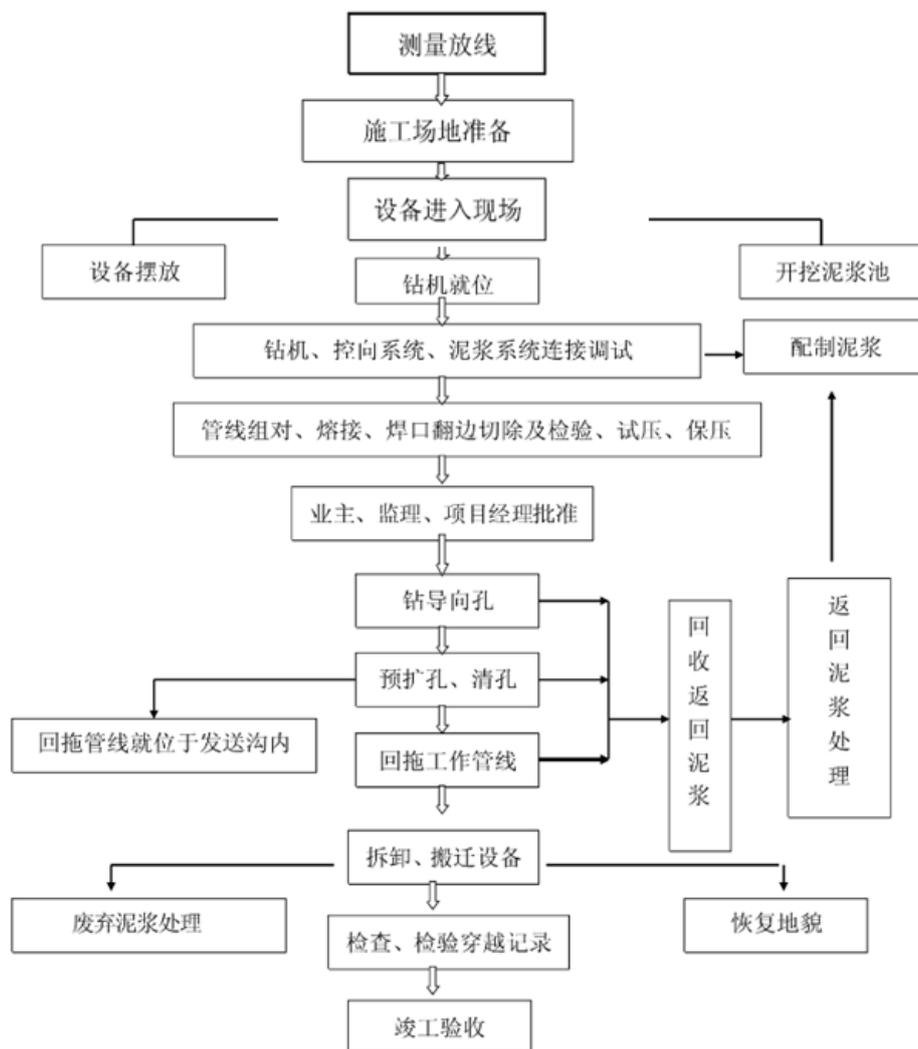


图 2.3-3 定向钻施工流程

### 2.3.4 主要工程量和施工机械

本项目主要工程量见表 2.3-1，施工期间使用的主要大型施工机械形式、规格和数量见表 2.3-2。

表 2.3-1 鹏兴大桥工程主要工程量

序号	分部分项工程名称	单位	工程数量	备注
1	主塔临时支架，Q235钢管	t	1380	
2	临时支墩，Q235钢管	t	400	
3	罩面，C15砼	m <sup>3</sup>	350	
4	路面，碎石、粗砂	m <sup>3</sup>	550	
5	路基，片石	m <sup>3</sup>	1140	
6	跨径35m广东标准小箱梁	片	28	
7	C50砼	m <sup>3</sup>	1350	
8	聚乙烯燃气管 PE100-SDR17.6de400X23.7	m	809	定向钻施工

序号	分部分项工程名称	单位	工程数量	备注
9	围堰袋装土	m <sup>3</sup>	7286	
10	围堰回填土	m <sup>3</sup>	56254	
11	基坑挖方	m <sup>3</sup>	26716	
12	基坑回填	m <sup>3</sup>	6104	
13	基坑支护钻孔灌注桩 1000mm C35 L=19m 共284根, 配筋率130kg/m <sup>3</sup>	m	5396	
14	基坑支护钻孔灌注桩 1000mm C35素砼, L=19m共280根	m	5320	
15	基坑支护混凝土冠梁 1.2m*1.0m C30 配筋 率110kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	464.64	
16	基坑支护混凝土腰梁 0.8m*0.8m C30 配筋 率110kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	230.4	
17	基坑支护混凝土支撑 0.8m*0.8m C30 配筋 率110kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	304.64	
18	基坑支护护面 300mm厚 C20 配筋率 50kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	816.64	
19	基坑支护钢构钢立柱 Q235角钢、钢板	t	19.716	
20	排水沟, 砖砌排水沟 300*300mm	m	427.2	

表 2.3-1 主要施工机具

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	钻机	CK2500型	台	4	
2	塔吊	型号QTZ160	台	2	
3	桁架臂履带起重机	SCC1100A-8, 最大额定起重量110t, 最大主臂长度64m, 最大起重力矩468t·m	台	2	
4	挖掘机	型号为SY155H, 整机重量14100kg, 斗容0.65m <sup>3</sup> , 功率86/2200kW/rpm	辆	2	
5	搅拌车	型号为SY410C-8W(VI), 方量10	辆	8	
6	装载机	SW955K-S, 铲斗容量为2.8立方米	台	4	
7	定向钻	DDL2000	台	1	

### 2.3.5 物料来源及土石方平衡

#### (1) 物料来源

本项目所需石方为外购所得, 所需土方一部分来自工程本身开挖量, 一部分由附近堆土场外运至工程区。

#### (2) 土石方平衡

根据本项目的施工组织设计方案, 本项目围堰工程共需土方 63540m<sup>3</sup>, 其中袋装土方量为 7286m<sup>3</sup>, 回填土土方量为 56254m<sup>3</sup>。基坑开挖土方量为 26716m<sup>3</sup>,

基坑回填土方量为  $6104\text{m}^3$ ，剩余土方  $20612\text{m}^3$  用于回填围堰后方。项目工程区位于小漠片区，附近有许多堆土场，本项目围堰工程所需的回填土方  $42928\text{m}^3$  可从附近的临时堆土场外运。鹏兴大桥主桥及南侧引桥工程形成共需石料  $5633.52\text{m}^3$ ，均为外购。土石方平衡图详见图 2.3-4。

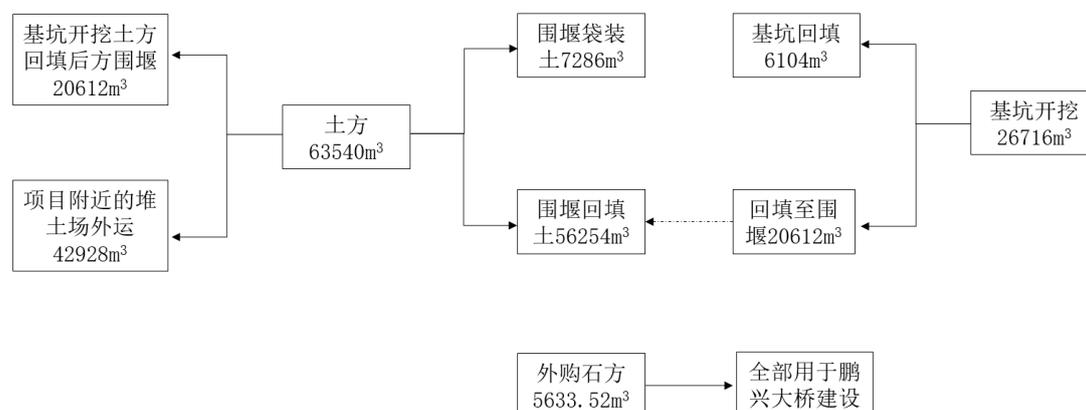


图 2.3-4 土石方平衡

### 2.3.6 施工进度安排

本项目施工期为 3 年，各工程环节施工时间安排如下：

- 1、施工便道：10 天
- 2、袋装土围堰围堰：10 天
- 3、围堰内回填土：5 天
- 4、基坑支护：45 天
- 5、基坑开挖：20 天
- 6、桩基施工：120 天
- 7、承台施工：40 天
- 8、桥塔施工：300 天
- 9、主梁及拉索：360 天
- 10、桥面附属结构施工：100 天

总施工天数：1010 天，考虑天气影响，工期暂定 3 年。

## 2.4 项目用海需求

### (1) 用海类型和用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目属于交

通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目桥梁工程和施工围堰用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”，一级用海方式为“构筑物”，二级用海方式分别为“跨海桥梁”、“非透水构筑物”；燃气工程用海类型为“海底工程用海”中的“电缆管道用海”，用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”。

## （2）用海面积

项目主体工程位于海域的部分仅为鹏兴大桥(跨越赤石河段)和燃气管道(下穿赤石河段)，涉海桥梁工程长约 481m，管道工程长约 369m。本项目临时围堰工程用海范围不在主体工程用海范围内，因此，本项目涉及施工用海申请。项目拟申请用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>，其中涉海桥梁工程长约 481m，用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>，管道工程长约 369m，用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>，施工围堰用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>，其中，南侧围堰用海面积为 1.9020hm<sup>2</sup>，北侧围堰（一）用海面积为 1.0528hm<sup>2</sup>，北侧围堰（二）用海面积为 0.0079hm<sup>2</sup>。

## （3）用海期限

本项目跨海桥梁及燃气管道工程拟申请用海期限为 40 年。由于施工围堰仅施工期为排他性用海活动，因此，施工围堰用海期限为主体工程施工期限，因此，施工围堰用海期限为 3 年。

## （4）占用岸线和新增岸线情况

本项目跨海桥梁用海占用人工岸线 185m，燃气工程管道采用定向钻工艺下穿赤石河，不占用海岸线，施工围堰用海占用人工岸线 159m，因桥梁工程和围堰工程用海范围部分重叠，重叠部分人工岸线长度为 114m，项目占用人工岸线总长度为 230m。施工围堰在项目完成后拆除，不涉及长期占用岸线资源，因此，本项目仅桥梁工程部分桩基及承台形成岸线实际占用，占用岸线长度约为 6.7m。本项目不涉及新增岸线。

## 2.5 项目用海必要性

### 2.5.1 项目建设必要性

#### （1）与相关规划的符合性

##### ①与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》中规划了“十四五”期间的重大工程项目，其中包括建设深汕特别合作区。本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，项目建设可以加快深汕特别合作区的发展，对合作区开发具有重大意义。因此，项目用海符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》。

## ②与《深圳市综合交通“十四五”规划》的符合性分析

《深圳市综合交通“十四五”规划》中对于深汕特别合作区的交通基础设施建设提出要求，要“高标准推进深汕特别合作区交通基础设施建设”，提出“对外构建以“区域铁路为核心，公路长途为主体，航空航运为补充”的区域综合交通运输体系，支撑合作区与大湾区核心城市的高效互通。合作区内部加快城市骨架路网建设，打造“五横六纵”骨干路网格局，促进组团便捷互通。高标准推进鹅埠等重点片区的高品质慢行系统、预约公交系统、智慧化道路系统建设”

本项目作为贯穿合作区南北向的城市快速路，是合作区“字型”城市快速路网之一，对加速形成合作区的骨架路网，推动合作区的大开发、大建设、大发展有举足轻重的意义。项目用海符合《深圳市综合交通“十四五”规划》。

## ③与《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中提出“聚焦城乡融合，打造高质量发展新城。构建城乡融合发展格局，提高土地利用效率，夯实传统基建根基，建成‘内畅外达’综合交通体系，助推区域发展一体化。以‘统一规划、统一标准、统一建设、统一运营、统一管理’理念规划建设智慧城市，让智能基因融入城市发展动脉，努力建成与湾区及粤东地区连接贯通的城乡互补、协调发展、共同繁荣的城乡高水平融合发展的新城”。

第二节 构建粤东佳通枢纽门户中提到：建成组团互通骨干路网。推进深东大道、鹏兴大道等“一横一纵”快速路，以及红海大道、发展大道、深汕大道、创智路和通港大道、创新大道、龙山路、宜城大道、科教大道等“四横五纵”主干路建设投用，形成内部“五横六纵”骨干路网格局，实现城市组团便捷互通。到 2025 年，次干路以上城市道路总里程达到 300 公里以上，建设用地范围内次

干道及以上路网密度达 2.75 公里/平方公里。

本项目为鹏兴大道的一部分，作为深汕特别合作区的快速路之一，对构建合作区骨干路网具有重要意义，有利于加强城乡之间的联系，有助于合作区的快速发展。因此，本项目用海符合《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。

### **(2) 与国家产业政策及产业发展需求的符合性**

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“二十二、城镇基础设施”中的“1.城市公共交通：城市公共交通建设，城市道路及智能交通体系建设，城市交通管制系统技术开发及设备制造，城市轨道交通新线建设，既有停车设施改造，停车楼、地下停车场、机械式立体停车库等集约化的停车设施建设，停车场配建电动车充换电设施”，是国家鼓励、支持建设的项目，符合国家产业政策要求。

### **(3) 对推动合作区大建设、大开发、大发展的具有重大意义**

2011 年 2 月设立合作区，并享有地级市一级管理权限。2017 年 9 月调整合作区体制机制，决定深圳全面主导，以深圳市一个新功能区的标准和要求建设合作区。至此，合作区在深圳市“10+1 模式（10 个区+深汕特别合作区）”下，开启了全新的发展篇章。在总规中，合作区战略定位为：粤东振兴发展的区域中心、深圳自主创新拓展区、宜居宜业宜游的滨海新城。按照“总部+基地、研发+生产”的发展模式，按深圳市一个经济功能区的标准和要求建设合作区，使其成为释放深圳城市发展新动能。努力将其建成为“区域合作发展示范区、自主创新拓展区、粤港澳大湾区辐射节点区”，为深圳率先建设社会主义现代化先行区、奋力向竞争力影响力卓越的创新引领型全球城市做出新贡献。目前，合作区除鹅埠镇外，小漠、赤石、诶门三个镇大部分处于乡村状态，开发程度较低，缺少大量基础设施，而鹏兴大道的建成将极大完善合作区的基础设施，对推动合作区的大建设、大开发、大发展有极大的促进作用和重大意义。

### **(4) 是为合作区创造良好社会效益，提升土地价值的需要**

合作区距离深圳市中心约 100 公里，处在深圳 1 小时交通圈内，地理位置优越，区位优势明显。全区依山面海，包含原海丰县鹅埠、小漠、诶门、赤石四镇，

陆域总面积 468.3 平方公里，海域管理范围约 1152 平方公里。区内现有 54 公里滨海岸线、13 公里优质连续沙滩、水质达到 I-II 类的河流水系、53 万亩山林和 5.4 万亩农田等，自然生态环境得天独厚、开发强度较低，大部分处于村镇状态；全区户籍人口约 7.6 万人，不足 163 人/平方公里，且大部分位于四镇镇区，人烟稀少。在总规中，合作区规划生态空间 307.4 平方公里，占比 65.6%，包含自然保育 138.4 平方公里、自然公园 96 平方公里、林业 54.8 平方公里、湿地水域 16.8 平方公里；农业空间 16.3 平方公里、占比 6.3%；区域基础设施用地、城镇建设用地区和乡村建设用地区，总占地面积 145 平方公里（不含填海预留面积），占陆域总面积的 30.9%。全区规划总人口约 10 万人。通过总规与现状对比来看，建设用地基本由少量的几平方公里增加至 145 平方公里，人口由 7.6 万人增长至 100 万。可以初步判断合作区是将由村镇形态变成城市形态。而城市开发建设，基础设施先行，基础设施完善后，才能加速城市的开发建设，为地块的开发、产业的布局等提供良好的基本条件。

目前合作区基础设施匮乏，而鹏兴大道建设将为合作区提供基本的交通、水电气网等基础设施，其建成运营，将为合作区创造良好的经济效益，极大的提升道路沿线和辐射区内的土地价值。

#### **（5）是构建合作区内基础高快速路网的重要组成部分**

合作区将构建“两横一纵”高速公路网、“一主两辅”综合交通枢纽、“十字型”快速路网、构建“四横五纵”主干路网。

构建“两横一纵”高速公路网：“两横”为潮莞高速和深汕高速，“一纵”为河惠汕高速-深汕第二高速。不断加强合作区与深圳、广州等城市的联系，实现合作区中心区 30 分钟到汕尾中心区，90 分钟到深圳中心区。

规划“一主两辅”综合交通枢纽：依托高铁、城际站，强化路网对接和多种交通方式衔接，在合作区内部打造“一主两辅”的交通枢纽格局。“一主”为深汕高铁站，布局在中心组团。“两辅”为鹅埠高铁站、诃门高铁站。依托国家高铁网，加强合作区与深圳、广州、厦门等城市的联系，进而便捷联系全国。深汕城际站枢纽布局在中心区南部，实现合作区核心区与深圳市中心直连直通。

构建“十字型”快速路网：“十字型”快速路网为深东大道和鹏兴大道。鹏

兴大道是“十字型”快速路网的南北纵向线，其建成将现状潮莞高速、现状深汕高速、规划河惠汕、规划深东大道串联、联通，形成完善的高快速交通系统。构建“四横五纵”主干路网：“四横”为深汕大道、发展大道、红海大道和创智路，“五纵”为科教大道、宜城大道、龙山路、创新大道和通港大道。其中，将 G324 改造为城市主干路，过境交通分流至深东大道和深汕高速等高快速路。利用快速路和主干道快速衔接各组团和主要功能区。

#### **(6) 高速公路进出交通疏解、均衡路网体系的需要**

从现状和总规路网规划来看，合作区范围内有现状潮莞高速、深汕高速、规划河惠汕高速。现状潮莞高速：位于合作区的北部，呈东西走向，在赤石镇北侧的江仔下村设有赤石互通；现状深汕高速：位于合作区的中南部，呈东西走向，目前正在准备改扩建，现状在鹅埠组团的西侧设有白云仔互通、在诃门中心组团设有鰲门互通；在改扩建方案中，拟取消鰲门互通，在规划中心组团附近新增设互通。规划河惠汕高速：位于合作区西侧边界，呈南北走向，与潮莞高速、深东大道、深汕高速、鹏兴大道交叉处设置互通立交，承担交通转换功能。

鹏兴大道由南向北，串联三条高速公路，是合作区对外快速交通疏解重要通道，同时具有三条高速公路交通转换的功能，是高速的联络线、转换线。项目的建成运营是高速公路进出交通疏解，均衡路网体系的需要。

**(7) 适应合作区区域发展，改善南北向交通现状的要求，建设需求极为迫切。**

合作区现状处于村镇状态，道路供给不足，在本项目影响区范围内仅有 G324 国道、往北部组团的（赤石）方向的 X121、往南部组团（小漠）防线的 X131 共 3 条道路，路网密度不足。现状 G324 国道为公路断面形式，双向 6 车道，外侧无慢行功能带、下方基本无市政管网设施；现状 X121、X131 为公路断面形式，双向 2 车道，外侧无慢行功能带、下方基本无市政管网设施。经初步判断，3 条道路功能不全面，承载交通能力较弱，无法满足合作区南北向交通需求。鹏兴大道的建设运营，将为合作区提供一条快速、便捷的南北向通道，对改善交通现状，加强北部、中心、南部 3 个组团间的联系，对促进组团的加速开发建设，有极为重要的作用，建设极为迫切。

## 2.5.2 项目用海必要性

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，拟建工程位于深汕特别合作区小漠片区，为城市快速路，大致呈南北走向，道路南起在建通港大道，向北与创新大道交叉后跨越赤石河、下穿现状厦深铁路和深汕高速、再与深汕大道交叉，终点接科教大道。另外，本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，在鹏兴大桥主线附近下穿赤石河。根据平面布置与现状管理岸线的位置关系，鹏兴大道项目中的鹏兴大桥工程及燃气工程跨越赤石河段位于海域，该部分工程建设用海是必要的。

本项目桥梁工程用海类型为交通运输用海中的路桥用海，用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道等”，用途为跨海桥梁。工程建设完成后将为深汕特别合作区提供一条快速、便捷的南北向通道，对改善交通现状，加强北部、中心、南部 3 个组团间的联系，对促进组团的加速开发建设，有极为重要的作用。跨海桥梁用海方式是根据工程所在海域的工程地质条件和海域区位特点确定的，跨海桥梁用海方式对地质适应能力强，工程风险较低，可有效降低施工和运营风险，且运营设备费用低，现有桥梁结构施工方便，技术成熟，对海洋动力、地形地貌和海洋生态环境的影响较小，采取跨海桥梁的用海方式与目前国内类似陆海连接工程采用的用海方式相一致，能够满足鹏兴大道建设和使用要求。

本项目燃气工程用海类型为海底工程用海中的电缆管道用海，用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”。燃气管经鹏兴创新连接道绕行至现状山体底部，在鹏兴大桥西侧采用定向钻施工工艺穿越赤石河，穿越后经大桥北岸人行道直埋绕行回主线道路敷设。定向钻施工方案对比管道随桥敷设方案，主要考虑因素：（1）鹏兴大桥为斜拉桥，在相同条件下，对比其他形式桥梁，各向位移较大，更容易造成随桥敷设的管道疲劳、泄漏、断裂。（2）无法设置补偿装置。鹏兴大桥桥梁跨度较大，加上两端引桥，总长接近 800m。且燃气管道管径较大，旧规划对比最新规划，燃气管道管径从 DN300 提升至 DN400。若以钢管随桥敷设，受桥梁空间所限，无法放置对应规格的补偿装置。（3）定向钻穿越赤石河，设计管道与设计桥梁桩基净距大于 10m，新建燃气管道与鹏兴大桥相对独立，避免相互产生的不利影响及安全风险。综上，设计选择定向钻穿越方案。

本项目临时围堰工程属于桥梁工程的辅助工程，桥梁桩基周围存在红树林，设置施工围堰可减小桩基施工对赤石河水质环境以及周边红树林的影响。桥梁桩基位于海域，施工围堰需在其周围设置，由于用海范围不在主体工程用海范围内，因此，申请围堰施工用海是必要的。

因此，本项目根据海域的工程地质条件和海域区位特点，采用跨海桥梁和燃气管道下穿海底的方案，以及搭建施工临时围堰均需要占用一定的海域空间进行建设，项目用海是必要的。

## 3 项目所在海域概况

### 3.1 海洋资源概况

#### 3.1.1 海岸线资源

深汕特别合作区陆域面积 460.41 平方公里，海岸线长 69.8 公里，海域面积 1802.03 平方公里。下辖汕尾市海丰县鹅埠、小漠、赤石、鲒门四镇，行政村 34 个、社区 5 个，自然村 187 个。户籍人口 8.15 万人，实际管理人口 13.63 万人。距离深圳市坪山区 60 公里，距离广州市区 170 公里。西部、北部与惠州市惠东县接壤，东部与汕尾市海丰县相连，南临红海湾，是粤港澳大湾区向东辐射的战略节点。

论证范围内海岸线长约 42.77km，其中，自然岸线长约 18.24km，人工岸线长约 23.37km，其他岸线长约 1.16km。

#### 3.1.2 港口资源

深圳市深汕特别合作区内有后门渔港、马宫渔港，小漠渔港、小漠国际物流码头等。规划建设的小漠国际物流港、后门客运港等港口。发挥区位优势，实现与深圳港口互联互通、错位发展，在服务本地基础上，承担深圳港的喂给港功能。大力发展海上交通，推进小漠国际物流港建设运营，谋划开展小漠客运港和后门客运港规划研究，打造“一货两客”港运体系，实现港城共荣发展。增强港口服务能力，实现与深圳港区联动发展，争取开通 1-2 条客货运航线。

#### 3.1.3 渔业资源

小漠镇是广东省十大重点渔港之一，海域开阔，内陆水汇入大海，给各种生态类型的海洋生物栖息和繁殖提供优良场所，环境和资源条件优越，是历代渔民进行各种捕捞业和养殖业的重要场所。区域内有小漠渔港，离中心渔场仅 10 海里，同时又邻近南海的粤东渔场和大亚湾渔场，捕捞海域广阔。渔场水产资源丰富，鱼虾蟹贝等海产品种类多样。主要经济鱼类有：

(1) 优质鱼类：生产马鲛、鳗鱼、石斑鱼、乌鲳、鱿鱼、带鱼、黄鱼、中华青磷鱼等。

(2) 浅海贝类：翡翠贻贝、短齿蛤、红肉蓝蛤、近海牡蛎等。

- (3) 藻类：紫菜、江篱等。
- (4) 虾类：对虾、龙虾、毛虾等。
- (5) 蟹类：格子蟹、锯缘青蟹等。
- (6) 螺类：响螺、角螺、东风螺等。
- (7) 头足类：枪乌贼、乌贼、章鱼等。
- (8) 其它：海胆等。

从以上可见，区域盛产的鱼虾蟹贝藻品种繁多，海洋渔业有很大的捕捞潜力和发展空间。

### 3.1.4 矿产资源

深汕特别合作区内 xx 地区赋存的岩体作为建筑材料的适宜性好，资源储量丰富，根据勘查，xx 地区砂石土资源量 xx 万立方，通过在深汕特别合作区建立建筑石料集中开采区的合作共享模式，在保障深汕特别合作区矿产需求的同时，也能最大限度地向深圳市区输送配给，能有效舒缓深圳城市建设用石料的紧张局面。

### 3.1.5 旅游资源

深汕特别合作区作为一个日渐崛起的旅游胜地，这里历史人文、红色文化资源丰富，客家、福佬、疍家、畬族等族群并存；这里依山伴海，空气清新，涵盖了半岛海岛、古寨寺庙、温泉冷泉，青山绿水、蓝天碧海。还持续借力国际国内高端智慧，计划将小漠湾文旅创新小镇打造成为“城市厅堂、艺术殿堂、创业学堂、度假天堂”，助力建设“产、城、人、文”和谐共生的国家级文化旅游小镇。

深汕特别合作区结合乡村振兴战略，将三面环海的百安村确定为全区乡村振兴战略示范点。从 2019 年 11 月起，百安村人居环境综合整治提升工程正式启动，今年“五一”首次实现部分开放，并将在不久之后打造成中国南海海域边具有地中海风情的璀璨明珠。在深汕特别合作区赤石镇北部片区，温泉康养特色旅游同样火爆。

深汕特别合作区现有水底山温泉庄园、日月湖生态园、南方澳渔港度假村、百安半岛、海丽国际高尔夫球会、银海湾海洋生态乐园、凤河晚渡、羊蹄峻岭、新厝林古寨、桃花源艺术村等旅游景点，旅游产业发展空间广阔。

除了多样的自然景观，深汕特别合作区的古村落、红色遗迹等文化旅游资源也十分丰富。接下来，将着力共建大型文化旅游项目，积极培塑“红罗畲族”“红色革命”等特色文化品牌，加强古村落等文物保护力度。积极学习江浙地区古村落保护性开发的先进经验，文化搭台经贸唱戏，与区科创经济服务局联合举办大型文化旅游招商活动，吸引国内优秀文化旅游企业落户；坚持开发与保护结合，在保护的基础上重点开发赤石镇新厝林、羊坑、新城、秋塘 4 个广东省文化古村落；近期完成新厝林、千秋塘古寨的修缮工作，完善壮帝居等文物古迹的保护工作。

### 3.1.6 岛礁资源

深汕特别合作区海洋资源十分丰富，距离项目最近的无居民海岛为逢河岛，距离项目最近点距离约为 507m。

附近的无居民海岛属于甲子湾一碣石湾沿岸区，有龙虾头岛、海刺长岛、了哥咀岛、了哥咀仔岛、排尾岛、雀咀尾岛、鸬鹚洲岛、杀猪石岛、杀猪石东岛、合石岛、大排石岛、东澳角岛、江牡岛、芒屿岛、鸡心石岛等。



图 3.1-1 无居民海岛分布

### 3.1.7 自然保护区

项目周边海洋保护区有：汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区、惠州惠东红树林地方级保护区，与海洋保护区位置关系如图 3.1-2 所示。

#### 3.1.7.1 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区

汕尾市海丰鸟类地方级自然保护区位于中国南海之滨的广东省汕尾市海丰县境内，由公平水库湿地、大湖海岸湿地以及东关联安围滩涂鱼塘湿地三部分组成，总面积达 11590.5 公顷。其中，公平区，Nxx，Exx，面积 4703.1 公顷；大湖区，Nxx，Exx，面积 2385.5 公顷；东关联安围区，Nxx，E1xx，面积 4501.9 公顷。保护区每年越冬鸟类数量达数万只，主要隶属于 17 目 52 科 243 种，其中属国家 I 级保护鸟类 1 种，国家 II 级保护鸟类 34 种，属省重点保护有 39 种。该保护区位于本项目东侧，最近距离约为 14.26km。

#### 3.1.7.2 深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区

深圳深汕特别合作区九龙湾海洋生态市级自然保护区是经汕尾市人民政府《汕府函（2006）24 号》批准设立的市级自然保护区，2019 年将保护区管护工作移交深圳市深汕特别合作区城市管理和综合执法局。2022 在整合优化摸底数据的基础上进一步根据保护区现状进行范围优化，最终确定的矢量化面积 623.7024 公顷。矢量范围为：东经 xx，北纬 xx。九龙湾保护区的主要保护对象为复合型水生生态系统及其重点保护和珍稀濒危生物与红树林生态系统。本项目部分建设内容占用该保护区部分面积。

#### 3.1.7.3 惠州惠东红树林地方级自然保护区

惠东县红树林市级自然保护区位于广东省惠东县稔平半岛上，距惠东县城约 30 千米，距惠州市 80 千米。该自然保护区是由稔山镇（以下或简称稔山片区）、铁涌镇（以下或简称铁涌片区）、黄埠镇（以下或简称盐洲片区）三部分红树林近海滩涂组成，地理坐标为：稔山片区位于东经 xx，北纬 xx 之间；铁涌片区位于东经 xx，北纬 xx 之间；盐洲片区位于东经 xx，北纬 xx 之间。自然保护区总面积 574.86 公顷（图面面积），自然保护区边界总长为 32.6 千米。2000 年 12 月，惠州市人民政府以《关于建立莲花山等 8 市级自然保护区问题的批复》（惠府函

(2000) 71 号) 文件, 批复自然保护区总面积为 533.30 公顷。该保护区位于本项目西南侧, 最近距离约为 12.64km。



图 3.1-2 项目附近海域自然保护区位置图

### 3.1.8 “三场一通道”分布情况

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

#### （1）南海鱼类产卵场

本工程不位于南海中上层鱼类产卵场内，工程也不位于南海底层、近底层鱼类产卵场。

#### （2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，保护期为 1-12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本工程位于南海北部幼鱼繁殖场保护区内。

#### （3）幼鱼幼虾保护区

根据《南海区水产资源保护示意图》（1985 年 8 月）确定、2002 年农业部发布 189 号文公布的幼鱼幼虾保护区范围，幼鱼幼虾保护区位于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 20 米水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，主要功能为渔业水域，保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。本工程位于幼鱼幼虾保护区内。

## 3.2 海洋生态概况

### 3.2.1 区域气候与气象

深汕特别合作区地处北回归线以南，属南亚热带季风气候区，海洋性明显。气候温和，雨热同期，冬无严寒，夏无酷暑。根据汕尾气象站 1953 年至 2019 年气象观测资料系列（其中，风况、雾和雷暴为 1953 至 2003 年数据）进行统计，得出项目所在区域各气象要素特征值。

#### 3.2.1.1 气温

历年极端最高气温：38.5℃（1982 年 7 月 29 日）；

历年极端最低气温：1.6℃（1967 年 1 月 17 日）；

多年平均气温：22.4℃。

### 3.2.1.2 降水

本地区雨量充沛，每年4月至10月为雨季，但年内雨量分配不均。其主要特征值如下：

历年最大年降水量：2953.9mm（1983年）；

历年最小年降水量：894.7mm（1963年）；

历年最大一日降水量：475.7mm（1983年6月18日）；

历年最大一小时降水量：107.3mm（1983年5月14日）；

历年最大十分钟降水量：38.2mm（1975年10月14日）；

年平均降水量 $\geq 50.0\text{mm}$ 的日数：10.2天；

年平均降水量 $\geq 25.0\text{mm}$ 的日数：22.9天；

多年平均雨日数：131天。

### 3.2.1.3 风况

#### （1）汕尾气象站资料

根据汕尾气象站多年风速资料统计成果，年常风向为NE，频率为15%，次常风向为ENE和ESE，频率均为12%。年风速及风向的季节性变化比较明显。春、秋、冬季多吹NE风，夏季多吹SW风。强风向为ENE~ESE，在该范围内均出现过超过40m/s的大风。

#### （2）工程区短期测风资料

根据华润电力海丰电厂2010年5月25日~11月30日半年测风资料（观测海拔21m）分析成果：观测期间本区风向以NNW~N向风为最多，频率达12.1%~12.8%，主要出现在8~11月的台风旺季；E和ENE向风次之，频率依次为9.1%、8.2%；WNW向风最少，频率为2.5%；半年静风频率为0.0%。6~7月盛行风向为SW~W，反映出本海区受SW季风的影响明显，呈现明显的南海海区夏季风场特征；8~11月盛行风向为NNW~N，这与期间南海台风活动频繁，且台风多在福建、浙江登陆，测风点受其外围风圈影响密切相关。

观测期间平均风速为3.6m/s，其中月平均风速7月份最大，为5.1m/s；观测期间（半年）各风向平均风速统计中，SW向平均风速最大，为3.7m/s，SSW、ESE、E向风速次之，依次为3.2m/s、3.1m/s、3.0m/s；观测到的最大风速为13.8m/s，风向为WSW，出现在2010年7月份；观测到的极大风速为22.6m/s，风向为

WSW 向，发生在 2010 年 6 月份。观测期间未见 7 级和 7 级以上的大风发生， $\geq 5$  级大风发生日数为 28 日， $\geq 6$  级大风发生日数为 6 日，均发生在 6 月和 7 月。

#### 3.2.1.4 雾

能见度小于 1km 的多年平均雾日数为 7 天。

#### 3.2.1.5 湿度

多年平均相对湿度为 78%；

多年最小相对湿度为 3%。

### 3.2.2 水文动力概况

#### 3.2.2.1 调查时间与站位

本节资料引自《深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤工程 2022 年冬季水文动力调查报告》(xx 站，2023 年 2 月)。xx 站于 2022 年 12 月 8 日至 12 月 9 日在深汕合作区附近海域进行夏季海洋水文动力调查，主要调查要素为潮位、海流流速流向、悬浮泥沙含沙量、水温、盐度等。共布设 6 个海流观测、悬浮泥沙观测站位，站名为 D1~D6，并布设 2 个潮位站位，站名为 M1 (M1 即 D5) 和 M2。

#### 3.2.2.2 调查结果

##### 3.2.2.2.1 潮位

本次调查对深汕合作区海域大潮期间潮位进行全程监测。分析发现，M1 和 M2 站位最大潮差分别为 1.81m 和 1.73 m，潮差接近；M1 落潮历时约为 14 时，涨潮历时约 12 时；M2 落潮历时约为 11 时，涨潮历时约 15 时。从观测期间过程曲线图可以看出靠近红海湾湾顶的 M1 站位和偏靠近外海的 M2 站位水位变化规律比较一致，潮差及高低潮潮时差别不大，各潮位测点的水位变化与各海流测点实测的水位变化趋势基本保持一致。分析认为，调查海域潮位空间差别较小，整个区域潮位变化规律基本保持一致。

##### 3.2.2.2.2 海流

###### (1) 实测海流场

D1 站位位于红海湾芒屿岛西南侧，靠近红海湾中部湾顶，平均水深 6.3 m，海流流速介于 7.51 cm/s~27.71 cm/s 之间，不同层次海流特征有所差异，0.2H 层、0.6H 层和 0.8H 层涨潮时偏北方向流较明显，落潮时以偏东南方向流流为主，但

存在较多不同方向分布的乱流，并不完全是往复流特征。D2 站位位于红海湾西北海区，小漠国际物流港南侧，平均水深 9.1m，海流流速介于 1.61cm/s~21.54cm/s，西北-东南方向往复海流较明显，最大流速出现在 0.8H 层，为 21.54cm/s（流向 13°）。不同层次海流特征不同，整体来说，0.8H 层和 0.6H 层海流流速较大，表层海流流速较小。D3 站位位于红海湾西部海区，较靠近考洲洋出海口，水深较深，平均水深 16.3 m，海流介于 4.33 cm/s~31.73 cm/s 之间，0.2H 层和 0.6H 层偏东、偏东北方向海流较明显，0.8H 层海流变化情况与其他水层有所差异，偏西南方向海流较明显。D4 站位靠近红海湾中部，平均水深 13.6 m，流速介于 1.53 cm/s~29.29 cm/s 之间，各层海流流向较为分散，涨潮时存在偏东向、偏西南向流，落潮时存在偏东南向流，不同层次海流变化特征比较相似。位于芒屿岛和江牡岛中间位置的 D5 站位的平均水深 9.1 m，海流流速介于 0.98 cm/s~18.87 cm/s，各层次海流变化情况比较一致，涨潮时以偏西北向、东北方向流为主，落潮时偏东南和偏东向海流较明显。D6 站位离岸最远，较靠近外海，平均水深 16.2 m，海流流速明显高于其他站位，各层海流流向比较分散，偏西北向、东南向流相对略明显，存在一定规律性。

整体上，各站位 0.2H 层-0.6H-0.8H 层海流流速大体上呈现出逐渐减小的趋势，但变化不明显。不同层次海流特征有所差别，同时，多数站位的海流表现出往复流带一定旋转流的性质，观测期间海流流向较为分散。从玫瑰分布图中可看出，各站位海流表现出往复流带一定旋转流的性质，涨潮时海流以偏东北、偏北向流为主，落潮时以偏东向、东南向流为主。各个站位在涨潮和落潮交替时期海流较小，海流流向不稳定，表现出波动或转向海流特征。

## （2）垂线平均流速

D1~D6 站位垂线平均海流矢量图和玫瑰分布图见图 3.2-16 和图 3.2-17。观测结果表明深汕合作区邻近海域的海流存在一定差异性。该海域海流整体流速较缓，靠近外海的 D6 站位垂线平均流速较大，离岸较近的 D2 海流流速较小，可能与风、底摩擦等因素有关。从图 3.2-16 和图 3.2-17 中可知，多数站位的海流表现出往复流带一定旋转流的性质，部分站位观测期间海流流向较为分散，其中 D1 站位涨潮时以偏北向流为主，落潮时海流整体流向偏东南方向；D3 站位海流流向在观测期间均以偏东和偏东北方向海流非常明显；D6 站位存在各个方向的海

流，流向非常分散。

总体来说，深汕合作区邻近海域海流特征受涨落潮、地形、风、陆地径流的共同影响，海流较为散乱，表现出往复流带一定旋转流的性质，该区域涨潮时海流以偏北向、西北向和东北流为主，落潮时以偏东向、东南向流为主。各区域潮汐涨急和落急时刻海流较明显，在平潮期和停潮期海流较小，流向比较分散，出现明显的波动或转向。

### （3）余流

从余流分布情况来看，D1、D4、D5 站位余流指向偏东南方向，D2、D3 和 D6 站位余流指向偏东北方向，推测可能与该时期的西风有关；D3 站位余流最大，为 11.05cm/s，（流向 56°），可能是受赤石河等河道径流和风的共同影响。总的来说，深汕合作区红海湾海域余流在冬季大潮期整体以偏东方向余流为主，个别水域余流表现出不同的特点，很可能是海域地形、河道径流、风的共同作用造成的。

### （4）涨落潮海流

根据距离水文动力调查区域较近的 M1 站位的潮位变化，把测区内海流分为落潮阶段和涨潮阶段。涨潮大概为 2 个时段，分别是 8 日 15 时至 8 日 21 时、9 日 05 时至 9 日 09 时；落潮分为 3 个时段，分别是 8 日 12 时至 8 日 14 时、8 日 22 时至 9 日 04 时、9 日 10 时至 9 日 14 时。涨潮阶段各站位以顺岸偏北、偏西北和偏东北方向的流为主，落潮阶段海流以偏东、偏东南和偏东北方向的流为主。落潮期平均海流相比于涨潮时较明显，平均海流最大出现在 D3 站位，落潮期间，流速为 14.88 cm/s，流向为 65°；涨潮期海流矢量平均值最大也出现在 D3 站位，为 6.93 cm/s，流向为 32°。

#### 3.2.2.2.3 水温

D1~D6 站位海水平均温度分别为 21.8°C、21.4°C、21.5°C、21.5°C、21.1°C 和 21.5°C，冬季各站位水温差别不太明显。整体上，0.2H 层水温略高于 0.6H 层、0.8H 层水温，这种现象在水深较深的 D5 和 D6 站位尤为明显。整体上各观测点在白天 08:00~16:00 水温略高，波动较大；20:00 以后水温较低，很可能受太阳辐射影响较大。总体来说，冬季深汕合作区邻近海域水温在空间分布差别不太明显；水温随深度增加呈现减小的趋势，但不明显。水温变化的主要影响因素很可能是

太阳辐射和水交换。

#### 3.2.2.2.4 盐度

D1~D6 站位海水平均盐度分别为 32.68、32.90、32.79、32.78、33.01 和 32.77。各站位盐度比较接近，不同水层盐度差异较小。研究表明冬季大潮期研究区域表层至底层盐度垂向变化较小，盐度空间分布差异性不明显，可能是冬季枯水期，研究区域陆源来水和季节降水明显减少造成的。

#### 3.2.2.2.5 含沙量

D1~D6 站位海水平均含沙量分别为 23.1mg/L、21.4 mg/L、16.7 mg/L、16.9 mg/L、11.5 mg/L 和 8.0 mg/L。调查海域在冬季大潮期整体含沙量不高，从悬浮泥沙过程线图及分布表中可以看出 D1 站位平均含沙量最高，D6 站位含沙量最低。空间分布上，D1-D2-D3-D4-D5-D6 站位含沙量大体呈现逐渐降低的变化规律，但各站位之间平均含沙量差距不大。

垂向分布上，含沙量大体呈现底层高、表层低的分布特征，时间分布上，各站位在涨急和落急时段海水含沙量相对较高，其他时次较低，表明泥沙在流速增大时有从底层向表层起悬的趋势，另外各站位落潮时段平均含沙量高于涨潮时段，表明落潮流在径流的合力作用下，床底冲刷起悬作用更强，而涨潮流受到径流顶托作用，床底冲刷起悬作用减弱，冲刷时间也变短，整体含沙量减小。

### 3.2.3 海域地形地貌与冲淤概况

项目位于红海湾西北部，西、南两面环山，赤石河流经沙埔山注入红海湾。区域内主要地貌有：

(1) 海成阶地：本区域沿岸可见二级~四级海成阶地，主要分布在港区的南-西一线，表层多为红壤型风化壳，植被覆盖较好。

(2) 海蚀崖：现代海蚀崖分布于港嘴山—旺公山临海一侧，受波浪侵蚀，该岸段分布有较陡峭的基岩海岸。

(3) 海积阶地、冲积及人工围填地：呈三角状分布于小漠镇南-西南。

(4) 沙堤：本区除赤石河口东岸至后门沿岸大规模沙堤外，赤石河口西岸至小漠镇分布有小漠沙堤（现渡头村至元宵围堤北端的沙园）、东边隆沙堤（东边隆村南西，北起于东边隆村，南止于渡头村）、沙埔渡沙堤（小漠桥西侧），三处沙堤均已被夷为平地。

(5) 赤石河口及河口沙嘴。赤石河口位于小漠渔港的东北方，河口顺直段长约 100m，宽 150~310m。河口东岸发育有沙嘴，受东向沿岸输沙及海洋动力作用，口门沙嘴出现频繁变动。

(6) 小漠镇境内背山面海，属丘陵地带，自南向北呈三角形片状分布，海岸线长 19.5km，东北顶点为赤石河出海处。码头现状停靠大量渔船，地势较平坦，出海航道东南侧为丘陵地貌，岸边基岩裸露。

本项目拟建沿线场地位于深汕合作区小漠镇和赤石镇，路线整体基本呈南北走向，野外地质测绘及勘探情况表明，场地地表被第四系所覆盖。区内地貌单元属剥蚀低山-丘陵坡地向山前冲洪积平原过渡地貌单元，地势起伏较大，呈中间低两侧高形态。道路沿线穿越主要有农田、山体、河流、养殖池塘等。

### 3.2.4 工程地质概况

本节内容引自《深汕特别合作区望鹏大道建设工程岩土工程勘察报告》(xx 公司，2020 年 8 月)。

#### 3.2.4.1 地层岩性特征

根据本次勘察揭露，沿线范围内上覆第四系全新统人工填堆填层 ( $Q_4^{ml}$ )、植物层 ( $Q_4^{pd}$ )、海相沉积层 ( $Q_4^{mc}$ )、冲洪积层 ( $Q_4^{al+pl}$ )，第四系上更新统冲洪积层 ( $Q_3^{al+pl}$ )，第四系坡积层 ( $Q^{dl}$ )、残积层 ( $Q^{el}$ )。

##### 3.2.4.1.1 岩层特征

穿越地区范围内下伏基岩主要为侏罗统的泥岩、变质泥质粉砂岩、变质砂岩、泥质斑点板岩、堇青石板岩、炭质板岩等，局部揭露石英岩脉和碎裂岩，其分布可参见附图《工程地质纵断(剖)面图》。

#### 3.2.4.2 地震与场地稳定性评价

##### (1) 地质构造

合作区主要受浅海断裂带、滨海断裂带、莲花山断裂带三个断裂带影响,区内影响较大的断裂带主要有莲花山断裂带、海丰-惠来断裂带、海丰-梅陇断裂带和普宁-汕尾断裂带。地质构造比较复杂，以断裂构造为主，主要为北东向。北东向断裂规模宏大，沿断裂有多次大面积的岩浆侵入和喷发，动力变质和接触变质作用分布普遍。褶皱构造多与断裂相伴产出，由于受到多次断裂作用及岩浆侵入的破坏，多数不太完整。莲花山断裂带斜贯全区，是区内的主导构造。自新第三纪

以来为现代地貌主要形成期，此期的新构造运动，受北东断裂控制，其主要表现为区域性不均衡间歇上升、第四纪断陷盆地。区内尚未发现全新世沉积层为断裂切割现象及断裂活动形成的构造地貌，构造基本稳定，不会发生突发性构造运动。

## （2）地震

合作区所在区域主要有莲花山深断裂带，该断裂时一条强烈的挤压破碎带，由 120 多条断裂组成，主断裂两侧多发育断裂束。拟建厂区距莲花山断裂带最近断裂束约 5km，断裂对工程影响较小，主要表现为小地震。根据《中国地震动参数区域图》（GB18306-2001），工程地震动峰值加速度为 0.10g，抗震设防烈度为Ⅷ度。

本区处在华南地震区中东南沿海地震带的中西段，东南沿海地震带北起浙江南部，经福建的福州、泉州、漳州向西南入广东，经南澳、汕头、海丰、广州、阳江向南包括海南岛，向西进入广西，抵灵山止，中西段的北缘包括了江西的南部，走向大体与海岸一致，总体北东，西段转成东西向。沿该地震带曾发生过南澳（1600，7 级）、泉州（1604，7.5 级）、琼州（1605 级），南澳（1918，7.3 级）等大地震，震中都在近海约 50m 水深处。根据广东省地震局资料，广东省及邻区的历史地震（ $M \geq 4.75$ ），从整体来看，东南沿海地震带具以下特征：

东南沿海地区的地震活动大体呈现从沿海一带起，由东南向西北逐渐减弱。若以莲花山断裂为界，南延至珠江口接珠江口外拗陷北缘断裂带，往西沿近东西向雷州半岛—遂溪断裂进入北部湾为分界线，将地震带分为外带和内带，则外带的地震活动强度远大于 7.5 内带，历史上 7 级以上的地震均发生在外带。

破坏性地震多分布在北东向断裂、北西向断裂与东西向断裂的交汇部位。

自 1400 年以来东南沿海地震带可识别出两个准地震活动周期，每一周期大约持续三百多年，每一活动期进一步划分为平静阶段、加速释放阶段、大释放阶段和剩余释放阶段，当前这一活动周期正处在剩余释放阶段，估计本世纪初叶会进入下一活动期的平静阶段。

从以上地震在时间和空间上的分布规律看，场地地震活动水平较低，不具备中、强地震的地质条件，所在区域比较有利。

## （3）区域稳定性评价

从区域地震资料可知，本工程场地位于历史地震分带的内带，历史地震震级

较低，从历史地震活动周期看，当前正处于剩余释放阶段向平静阶段的过渡期，发生破坏性地震的可能性不大。

场地及附近尽管北东、北西向断裂发育，但东西向断裂不发育，不具备与东西向断裂复合而发生  $MS \geq 5$  级地震的背景。

莲花山断裂带具南东支强、北西支弱的规律，且整个断裂带具东强、西弱的特点。而场地处在莲花山断裂带的北西支五华—深圳断裂带的东北侧，处于相对有利的位置。

综上所述，在区域上本工程沿线场地是稳定的，适宜本工程的建设。

### 3.2.4.3 特殊岩土和不良地质作用

#### 3.2.4.3.1 特殊岩土

沿线特殊性岩土主要有填土、软土、风化岩和残积土等。

##### (1) 人工填土

沿线场地人工填土分布范围较大，主要表现为素填土，成分由粘性土、砂及少量碎石、块石组成为主，土质不均，厚度变化大，属较不稳定土体，局部表层经过碾压，大部分地层处于松散状态，工程性质较差，易造成路基不均匀沉降。

##### (2) 软土

沿线软土主要为淤泥及淤泥质黏土层，其性状分述如下：

1) 海陆交互相淤泥：主要分布在圆墩河及两侧的平原区，层厚约 0.80~16.00m，平均层厚 5.20m，属典型的海陆相沉积型软土，呈饱和、流塑~软塑状态。该层具高含水量 (W) 一般为 33.1%~60.4%，孔隙比 (e) 一般为 1.01~1.69，压缩系数 (a<sub>0.1~0.2</sub>) 一般为 0.52~1.90MPa，本次勘察在该层共进行 15 次十字板剪切试验，其灵敏度 (St) 为 3.50~4.60，平均为 3.99，属中等灵敏，触变性较高，压缩性高，强度低，自稳能力差的特征，其主要工程地质问题是强度低，且在扰动后强度大大降低，会带来较大的工后附加沉降问题。另外，根据《岩土工程勘察规范》【(GB50021-2001) 2009 年版】相关条文分析，因软土承载力特征值低 (小于 80kPa)，具有震陷的可能，因此，施工时应尽量避免对其的扰动，并应进行软土处理。

2) 第四系上更新统冲洪积淤泥质黏土：沿线路不连续~零散的分布，为山间谷地或河塘静水沉积物，多以透镜状分布，湿~饱和，软塑~可塑，局部含有

少量砂砾，具中~高压缩性，其强度较淤泥高，一般不存在震陷的可能，但其强度与其它岩土层相比仍较低，自稳能力仍很差，在横向与纵向上对岩土层的均一性有一定的影响。

全线软土小范围分布，特别是在圆墩河及两侧和鱼塘部分的淤泥性质较差。软土分布地段主要为路基和桥梁，其力学性质较差，未经处理不能直接作为基础持力层，应采取处理措施。淤泥层厚度较大时可采用搅拌桩或旋喷桩形成复合地基作为路基持力层，厚度较小时可采取换填方式处理。

### （3）液化砂土

沿线场地范围③<sub>1</sub>层淤泥质砂（Q<sub>4</sub><sup>mc</sup>）为液化砂土，存在轻微-中等液化可能性，⑤<sub>3</sub>层粗砂（Q<sub>3</sub><sup>al+pl</sup>）为非液化砂土。

### （4）残积土和风化岩

#### 1) 残积土

沿线场地普遍分布泥岩、变质岩的残积土，其土质不均匀，饱和状态下受扰动后，残积粉质黏土粘结强度降低，容易崩解，渗透系数增大，施工开挖过程中易产生涌泥、涌砂、基坑壁失稳，围岩失稳坍塌等危害。

#### 2) 风化岩

基岩不均匀风化是风化岩的一个主要特征。基岩不均匀风化主要是由于不同类型的岩石抗风化能力大小不一和受断裂构造的影响使得同一种岩石在不同部位由于节理裂隙发育程度不一而具有不同的抗风化能力所致。本工程基岩不均匀风化现象主要表现为：局部地段风化界面起伏较大、不均匀风化造成的风化硬夹层现象和部分风化层的缺失二种形式。基岩风化界面的较大起伏和基岩软硬相间的这种不均匀风化现象对施工带来一定的困难，特别是不均匀风化造成的风化夹层现象使工程技术人员易于产生误判，因此我们将基岩不均匀风化现象列入不良地质现象，有必要对其进行评价。

#### ①基岩不均匀风化造成局部地段较大起伏的风化界面

本线路地层分布的基岩种类较多，主要为泥岩、变质砂岩、变质泥质粉砂岩、泥质斑点板、堇青石板岩、炭质板岩，基岩风化深度较深；变质砂岩、变质泥质粉砂岩抗风化能力稍强，堇青石板岩抗风化能力次之，而泥质斑点板岩、炭质板岩及泥岩抗风化能力最差。一般在变质砂岩、变质泥质粉砂岩发育处形成风化隆

起带，而在其余基岩发育处形成较厚的风化层或岩石风化程度较高。

受断裂构造影响较大的地段，一般岩石风化程度较高，基岩风化层厚度较大。如在沿线断裂发育处附近，基岩风化程度明显较高，风化层厚度亦较大，受断裂构造影响范围的基岩亦较破碎。如受 WPDD-F5 断裂影响，CDL20 号钻孔号钻孔形成深达 40m 的土状强风化岩，并造成 CKQL70 和 CDL20 号钻孔之间岩面的巨大起伏。

### ②基岩不均匀风化形成的风化夹层现象

基岩的不均匀风化即为风化程度较高的地层中包含有风化程度较低的地层，沿线主要表现为在土状强风化中存在块状强风化、中风化岩硬夹层、块状强风化中存在中等风化硬夹层两种形式。

从本次详勘揭露风化夹层情况来看，区域平面上，风化夹层主要发育在板岩地区，泥岩、变质砂岩、变质泥质粉砂岩地区偶有揭露；垂直剖面上，风化夹层以发育于强风化地层为最多，发育于全风化地层为次之，发育于残积土地层为最少；另外一个钻孔揭露多个风化夹层占揭露风化夹层钻孔总数一半以上，均见板岩地区。

本次详勘未在第四纪残积土层中揭露明显的风化硬夹层，由于沿线岩石种类多，断裂较发育，沿线岩石差异风化现象普遍，随着勘探工作的深入，在第四纪残积土层中揭露风化硬夹层亦将成为不可避免的现象。

### ③部分风化层的缺失

指某(几)种风化层缺失的现象。如从残积土层或全、强风化层直接过渡到微风化基岩，中间缺失某(几)种风化岩层。这种现象主要分布板岩中。如 CKQL93 号钻孔从残积土直接过渡到块状强风化层基岩，中间缺失全风化层和土状强风化层，如图 8.1-5，这种现象的出现，由于上下岩（土）层性质差异很大，对工程（特别是隧道）各种工法均会造成不利影响和较大的困难，若处理不当，易导致各种安全和质量事故。

### （5）有害气体

沿线圆墩河两侧水塘由于饲养水产品，水塘底积累了大量的微生物，积累时间 2~10 年，微生物分解存在沼气等有害气体，在水塘中开挖槽坑应注意通风；线路软土层（淤泥、淤泥质黏土）及碳质板岩中存在有害气体（主要有 CO, NO,

SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>等), 在软土中地下洞室施工时应注意通风条件, 否则, 超标的有害气体会对人的身体健康造成危害。

#### 3.2.4.3.2 不良地质

拟建场地沿线分布多条非活动性断裂构造, 未见有埋藏的河道、沟浜、防空洞, 但是场地沿线墓穴较多, 分布零散, 基岩普遍存在破碎岩体及软弱岩层。根据周边环境地质条件分析, 场地不存在岩溶, 但因场地沿线主要属于山区, 可能会产生滑坡、泥石流、危岩及崩塌等不良地质现象, 设计施工时应注意其对本工程的不利影响, 同时场地不排除存在未探明的地下管线等, 故在本工程施工前, 应进一步收集场地内的具体管道埋藏情况, 可以进行迁移的, 应进行迁移, 无法迁移的应做好保护措施。

#### 3.2.4.4 工程地质评价

该拟建场地存在地震断裂、滑坡、崩塌和泥石流等不良地质作用和地质灾害, 但不存在岩溶且无埋藏的河道、沟浜、防空洞等对工程不利的地下埋藏障碍物, 场地稳定性评价属于较不稳定场地; 场地少部分地段存在松散填土层、软弱土层、液化土, 属于抗震不利地段; 其他地段大多穿越丘陵, 地层物理力学性质较好, 开挖可直接作为路基持力层, 根据行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》(CJJ57-2012) 定性评定: 该工程建设适宜性划分为适宜性一般。软土及液化土地段地基经过特殊处理后, 适宜建设。拟建道路自西向东由北到南由丘陵地貌过渡到海陆相沉积平原地貌, 道路沿线地层起伏较大, 各地层工程力学性质差异较大, 在设计及施工时应根据路基填筑高度、变形要求及构造物需要有针对性地进行适当地基处理。

### 3.2.5 海洋自然灾害概况

#### 3.2.5.1 热带气旋

根据历史资料分析, 在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋均可能对项目区域造成正面的较大影响。从 1949 至 2019 年, 71 年中在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋有 97 个 (其中达到台风以上量级的 52 个), 年平均 1.4 个。有 13 年的登陆热带气旋个数达到 3 个以上, 其中 1961 年有 6 个热带气旋在此区域登陆。1969 年中, 有 14 个 (其中达到过台风以上级别的有 8 个, 登陆时达到台风以上量级的 3 个) 热带气旋在陆丰沿海登陆, 登陆

时强度最强的是 1510 号台风“莲花”，风速为 38m/s，出现在 2015 年 7 月 9 日。

热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆珠江口附近地区和南海北部活动的热带气旋对深汕特别合作区均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产的安全。

2018 年，项目所在区域有 6 个台风影响、台风季漫长，6 月 5 日开始受台风“艾云尼”影响，至 11 月“玉兔”和“天兔”两个台风影响。其中“艾云尼”和“山竹”给全市带来严重影响。1864 号台风“艾云尼”为 2018 年首个台风，与爆发的季风共同作用给沿岸带来严重影响，6 月 5-10 日连续出现强降水，其中 6 日、7 日两天持续出现特大暴雨，7 日单日雨量 403 毫米，过程累积雨量 835 毫米。2018 年 9 月 16 日，1822 号强台风“山竹”从汕尾近海掠过，给区域带来严重的风雨影响，是 2013 年 1319 号强台风“天兔”以来对该区域影响最大的台风。“山竹”距离项目区域最近时约 200 公里，因其风圈大，强度强，8 级以上阵风持续 29 小时，10 级以上阵风持续 18 小时，12 级以上阵风持续 14 小时，创下气象纪录，陆丰金厢观音岭录得 51.3 米/秒（16 级）的最大阵风。

### 3.2.5.2 风暴潮

风暴潮是发生在近岸的一种严重海洋灾害，它是由强风或气压骤变等强强烈的天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象，又称风暴增水，常给沿海一带带来危害。影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

表 3.2-1 台风引起的增水

名称/编号	登录地点	日期	台风引起的增水 (m)
莲花03	福建晋江	2009.6.20	0.34
浪卡04	广东平海	2009.6.26	0.52
莫拉菲06	广东徐闻	2009.7.19	0.83
天鹅07	广东台山	2009.8.5	0.38
莫拉克08	福建霞浦	2009.8.9	0.38
巨爵15	广东台山	2009.9.14	0.51
凯萨娜16	越南广义	2009.9.29	0.68
玛娃16	广东陆丰	2017.9.3	0.30-0.60

## 3.2.6 海水水质环境现状调查与评价

### 3.2.6.1 调查时间与站位

本节引自《深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤工程 2023 年春季海洋环境现状调查报告》(xx 站, 2023 年 4 月)。xx 站于 2023 年 3 月 1 日~3 月 5 日开展深汕合作区邻近海域海水环境、沉积环境和海洋生物监测; 于 2023 年 3 月 13 日~2023 年 3 月 15 日开展附近海域潮间带生物调查。本次监测包括 24 个海水水质调查站位。

### 3.2.6.2 评价结果

根据相应海洋功能区划, S07、S08、S12、S13、S16、S17、S18、S19、S21、S22、S23、S24、S25、S26、S27、S28 站位参照海水水质一类标准进行评价, S05、S06、S09、S10、S11、S14、S15、S20 站位参照海水水质二类标准进行评价。

深汕合作区邻近海域 S07、S08、S12、S13、S16、S17、S18、S19、S21、S22、S23、S24、S25、S26、S27、S28 站位 pH、DO、COD、无机氮、砷、镉、总铬和油类水质标准指数均小于 1, 符合第一类水质标准; 无机磷、锌、铅和铜部分站位超出一类水质标准, 汞所有站位均超出一类水质标准。

深汕合作区邻近海域 S05、S06、S09、S10、S11、S14、S15、S20 站位 pH、DO、COD、无机氮、无机磷、砷、锌、镉、铅、铜、总铬和油类水质标准指数均小于 1, 符合第二类水质标准; S20 站位汞不满足二类水质标准, 但满足三类水质标准。

## 3.2.7 海洋沉积物环境现状调查与评价

### 3.2.7.1 调查时间和调查站位

本节引自《深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤工程 2023 年春季海洋环境现状调查报告》(xx 站, 2023 年 4 月)。xx 站于 2023 年 3 月 1 日~3 月 5 日开展深汕合作区邻近海域海水环境、沉积环境和海洋生物监测; 于 2023 年 3 月 13 日~2023 年 3 月 15 日开展附近海域潮间带生物调查。本次监测包括 16 个沉积物调查站位。

### 3.2.7.2 评价结果

本次深汕合作区邻近海域调查 16 个沉积物站位石油类、总汞、砷、锌、镉、铅、铜、铬、有机碳和硫化物标准指数均小于 1, 满足沉积物一类标准。

### 3.2.7.3 表层沉积物分布特征

调查区的沉积物样品按《海洋调查规范 第 8 部分海洋地质地球物理调查》(GB/T12763.8—2007)进行粒度测试。

调查区沉积物粒度组成以粉砂为主,粉砂粒级含量变化范围为 63.90~76.78%;粘土粒级是沉积物粒度组成的次要组分,变化范围为 12.37~25.21%;再次为砂粒级,变化范围为 4.22~14.29%。

## 3.2.8 海洋生物质量现状与评价

### 3.2.8.1 调查时间与站位

本节引自《深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤工程 2023 年春季海洋环境现状调查报告》(xx 站,2023 年 4 月)。xx 站于 2023 年 3 月 1 日~3 月 5 日开展深汕合作区邻近海域海水环境、沉积环境和海洋生物监测;于 2023 年 3 月 13 日~2023 年 3 月 15 日开展附近海域潮间带生物调查。本次监测包括 16 个生物体质量调查站位。

### 3.2.8.2 评价结果

调查结果显示,调查海域所有站位采集的鱼类、甲壳类和软体类生物体内的总汞、铜、铅、镉、锌评价指数都小于 1,未超标,符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。S14 站位生物体石油烃含量不满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)评价标准,站位超标率为 6.25%,

## 3.2.9 海洋生态现状调查与评价

### 3.2.9.1 调查时间与站位

本节引自《2023 年春季深汕合作区邻近海域海洋环境现状调查报告》(xx 站,2023 年 4 月)。xx 站于 2023 年 3 月 1 日~3 月 5 日在深汕合作区邻近海域进行海洋生态现状调查,共布设 16 个生态调查站位另于 2022 年 11 月 28 日~2022 年 11 月 30 日布设 3 个断面,进行潮间带调查。

### 3.2.9.2 调查结果

#### 3.2.9.2.1 叶绿素 a 和初级生产力

##### (1) 叶绿素 a

深汕合作区附近海域 16 个调查站位表层水体叶绿素 a 平均含量为  $1.2\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,变化范围为  $0.4\sim 2.7\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,最高值出现在 S12 站,最低值出现在 S08 站各站

位叶绿素 a 含量。影响水体叶绿素 a 分布的因子较多，如环境因子（潮汐、透明度、浊度、水深、盐度等）、生物因子（浮游植物密度等）、化学因子（无机营养盐等），只有深入测定各因子的参数，才能探讨其与叶绿素 a 含量分布状况之间的相关关系。

### （2）初级生产力

对初级生产力进行估算统计结果显示深汕合作区邻近海域初级生产力平均值为  $97.9\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，变化范围为  $21.0\sim 261.5\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，其中以 S12 站最高，S08 站最低。初级生产力反映出单位时间和单位面积内浮游植物的生产水平，其水平高低取决于初级生产者浮游植物或用叶绿素浓度代表的多少生物量和单位初级生产者的生产能力同化数，受到光、温度、辐射、营养盐、浮游植物等多种生态因子的综合影响。

### （3）评价与小结

调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力均处于较低水平，不同区域存在一定的差别。

## 3.2.9.2.2 浮游植物

### （1）种类组成和优势种

本次调查经初步鉴定有浮游植物 4 门 32 属 87 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，达 24 属 64 种，占总种类数的 73.56%，详见表 3.2-27；甲藻门次之，出现了 6 属 21 种，占总种类数的 24.14%；蓝藻门和金藻门均仅有 1 属 1 种，均占 1.15%。硅藻门中，根管藻属出现的种类数最多，为 15 种；圆筛藻属和角毛藻属次之，为 11 种；其它属出现的种类较少。甲藻门的角藻属出现种类最多，共 13 种，其他属出现种类较少。

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查的浮游植物优势种共出现 6 种，在总生物量中所占比例之和为 64.73%。其中齿角毛藻的优势度最高，为 0.101，出现频率为 31.25%，为本次调查的第一优势种，在整个调查区域广泛分布。

### （2）生物量

本次调查结果表明，浮游植物生物量变化范围为  $75.52 \times 10^3 \sim 5394.53 \times 10^3 \text{cells}/\text{m}^3$ ，平均为  $721.72 \times 10^3 \text{cells}/\text{m}^3$ ，生物量较低，浮游植物生物量分布详见表 3.2-29。最高生物量出现在 S27 站，最低为 S25 站；最高生物量约为最低值的

71 倍左右，相差较大。

生物量组成以硅藻和甲藻为主，其数量分别占总生物量的 65.50%和 34.19%，在 16 个站位均有出现；其他两种藻类合计仅占总生物量的 0.31%。

### (3) 多样性水平

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 16~47 种，平均 31 种。Shannon-weaver 多样性指数范围为 2.22~4.30，平均为 3.48，以 S24 站最高，S27 站最低。均匀度指数范围为 0.40~0.85，平均为 0.71，其中 S25 站最高，S27 站最低。丰富度指数范围为 0.75~2.08，平均为 1.64，其中 S23 站最高，S09 站最低。总的来说，本海区浮游植物生境质量处于优良水平。

### 3.2.9.2.3 浮游动物

#### (1) 种类组成

本次调查的浮游动物经初步鉴定有 10 个生物类群，共 71 种，其中桡足类 22 种，刺胞动物 14 种，毛颚类 3 种，介形类、枝角类、端足类、十足类和翼足类各 2 种，糠虾类 1 种，另有浮游幼体 21 种。

#### (2) 浮游动物生物量、密度及分布

本次调查结果显示，本海域各采样站浮游动物湿重生物量分布较均匀，变化幅度为 38.2~414.3mg/m<sup>3</sup>，平均生物量为 177.6mg/m<sup>3</sup>。在密度分布方面，变化幅度为 24.04~212.12ind/m<sup>3</sup>，平均密度为 95.59ind/m<sup>3</sup>。在整个调查区中，湿重生物量最高出现在 S14 站位，最低值出现在 S21 站位。密度最高出现在 S14 站位，最低值出现在 S21 站位。最高生物量是最低生物量的 11 倍左右；而最高密度是最低密度的 8.8 倍左右。

#### (3) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域站位的浮游动物平均出现种类为 23 种，各站位浮游动物种数变化范围 9~39 种；种类多样性指数范围为 2.59~4.08 之间，平均为 3.33，最高出现在 S23 站，最低则出现在 S21 站。种类均匀度范围在 0.60~0.85 之间，平均为 0.75，最高出现在 S06 站，最低出现在 S18 站。丰富度指数范围为 1.41~5.54，平均为 3.49，其中 S23 站丰富度最高，S06 站最低。总的来说，本海区浮游动物生境质量处于优良水平。

#### (4) 优势种及其分布

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准, 本次调查的浮游动物优势种出现 7 种, 分别是锥形宽水蚤、五角水母、肥胖箭虫、瘦尾胸刺水蚤、中华哲水蚤、短腺和平水母以及针刺真浮萤, 在本调查海域分布较广泛。

#### 3.2.9.2.4 鱼卵、仔稚鱼

##### (1) 种类组成

本次调查为 03 月春季, 出现的鱼卵和仔、稚鱼种类一般。通过垂直拖网和水平拖网调查了 16 个站位, 经鉴定, 鱼类浮游生物(定量)共出现 3 种鱼卵, 5 种仔稚鱼, 共计 6 个鱼卵和仔、稚鱼种类; 鱼类浮游生物(定性)共出现了 6 种鱼卵和 5 种仔稚鱼, 共计 9 个鱼卵和仔、稚鱼种类。

##### (2) 数量分布

调查海区的定量样品中, 捕获鱼卵数量最多的为 S14 站, 为  $14.28 \text{ 个/m}^3$ , S16 站次之, 为  $12.37 \text{ 个/m}^3$ , 其他站位鱼卵密度较低, 变化范围为  $0 \sim 5.45 \text{ 个/m}^3$ ; 捕获仔稚鱼数量最多的为 S16 站, 为  $1.62 \text{ 尾/m}^3$ , 除 S16 站外, 仅有 S08、S10、S18 和 S24 有仔稚鱼采集, 变化范围为  $0.32 \sim 0.98 \text{ 尾/m}^3$ 。

调查海区的定性样品中, 捕获鱼卵种类最多为 S16 站, 为 4 种; 捕获仔稚鱼种类最多为 S06 站, 为 4 种。

##### (3) 主要种类及数量分布

叫姑鱼属 *Johnius sp.*, 鲈形目石首鱼科, 为暖温性近岸中下层小型鱼类, 喜栖息于泥沙底以及岩礁附近海区, 幼鱼以浮游动物为主食, 成鱼主食小型鱼、虾类、底栖生物等。本次调查所有站位均有叫姑鱼属鱼卵大量聚集, 出现频率为 100%。

海鲢属 *Nematalosa sp.*, 鲱形目鲱科, 为海洋性近沿海洄游小型鱼类, 有集群洄游之习性, 有强烈之趋光性, 以矽藻、桡脚类及其它小型无脊椎动物为主食。本次调查海鲢属鱼卵和仔、稚鱼站位出现频率为 93.75%。

#### 3.2.9.2.5 底栖生物

##### (1) 种类组成

调查海域大型底栖生物(定量分析)已鉴定有 8 个类群 36 种, 其中环节动物 16 种, 节肢动物 6 种, 软体动物 5 种, 棘皮动物 5 种, 蠕虫动物 1 种, 纽形动物 1 种, 刺胞动物 1 种, 脊索动物 1 种。

调查海域大型底栖生物（定性分析）已鉴定有 69 种，其中节肢动物 34 种、软体动物 20 种、脊索动物 11 种、棘皮动物 2 种、蠕虫动物 1 种及刺胞动物 1 种。节肢动物占总种类数最多为 49.28%。

#### （2）底栖生物栖息密度和生物量

调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 63.76ind/m<sup>2</sup>，以环节动物密度最大，为 32.92ind/m<sup>2</sup>，占总平均密度的 51.63%；棘皮动物和蠕虫动物其次，分别为 16.25ind/m<sup>2</sup> 和 6.67ind/m<sup>2</sup>，分别占总平均密度的 25.49%和 10.46%。

调查海区大型底栖生物平均生物量为 15.53g/m<sup>2</sup>；以蠕虫动物居首位，为 5.60g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 36.06%；棘皮动物和软体动物次之，分别为 4.81g/m<sup>2</sup> 和 2.68g/m<sup>2</sup>，分别占总平均密度的 30.97%和 17.26%；刺胞动物占比最小，仅为 0.13%。

调查海域 16 站位栖息密度范围为 13.34~146.67ind/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为 63.76ind/m<sup>2</sup>；生物量范围为 1.13~100.20g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为 15.53g/m<sup>2</sup>。其中，以 S09 站栖息密度最大，S06 站生物量最大，底栖生物各类群生物量和栖息密度。

#### （3）数量分布和优势种

S27 站的底栖生物种类最多，有 31 种；S27 站生物数量最多，共 149 个。S09 站种类最少，有 13 种；S14 站数量最少，仅有 46 个。除个别站位，节肢动物在大部分站位的出现种类和数量最多，脊索动物和软体动物次之，蠕虫动物最少。

底栖动物出现种类的优势度  $Y \geq 0.02$  时即被认定为优势种。该海域调查共有优势种 4 种，分别为棕板蛇尾、奇异稚齿虫、中华内卷齿蚕和短吻铲荚蠕。

#### （4）底栖生物物种多样性指数

调查海域各站位出现种数变化范围在 1~12 种之间，多样性指数(H')变化范围在 0.70~3.32 之间，均匀度(J')变化范围在 0.44~1.00 之间，丰富度(d')变化范围在 0.45~2.55 之间。总的来说，本海区底栖生物多样性属于较差水平。

### 3.2.9.2.6 潮间带生物

#### （1）潮间带生物的种类组成和生态特性

本次调查设置 3 个潮间带调查断面，各断面底质情况为：C2 和 C3 为沙质，C4 为岩石。调查潮间带生物生物（定性分析）中，3 个断面采集到的潮间带生物经鉴定有软体动物 16 种、节肢动物 9 种，环节动物 1 种，共计 26 种。

调查潮间带生物（定量分析）中，3个断面采集到的生物经鉴定有3个类群18种，其中节肢动物9种、软体动物8种和环节动物1种。节肢动物占种类数的比例最高为50.00%，软体动物次之，为44.44%。

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查的潮间带生物优势种共出现3种，为平轴螺、狄氏斧蛤和韦氏毛带蟹。

## （2）潮间带生物量及栖息密度

### a、生物量及栖息密度的分布

调查断面潮间带生物平均栖息密度为  $285.26 \text{ ind./m}^2$ ，平均生物量为  $425.89 \text{ g/m}^2$ 。

在3个调查断面的水平分布方面，栖息密度最高值出现在C4断面，平均栖息密度为  $824.44 \text{ ind./m}^2$ ，生物量最高值出现在C4断面，平均生物量为  $1254.09 \text{ g/m}^2$ ；最低平均栖息密度和平均生物量出现在C3断面，平均栖息密度为  $6.00 \text{ ind./m}^2$ ，平均生物量为  $1.10 \text{ g/m}^2$ 。

在垂直分布上，潮间带生物的栖息密度和生物量，最高为低潮带，最低则为高潮区，即低潮带 > 中潮带 > 高潮带。

### b、生物量及栖息密度的组成

在栖息密度的组成中，最高为软体动物，为  $822.11 \text{ ind./m}^2$ ，占总栖息密度的96.07%；环节动物最小，为  $0.67 \text{ ind./m}^2$ ，占总栖息密度的0.08%。

在潮间带生物量的组成中，以软体动物居首位，为  $1184.53 \text{ g/m}^2$ ，占总生物量的92.71%；其次为节肢动物，其生物量为  $92.96 \text{ g/m}^2$ ，占7.28%。

## （3）潮间带生物多样性指数

采用 Shannon-Wiener 指数法测定潮间带生物多样性指数，一般认为，正常海域环境该指数值高，污染环境该指数低。

计算结果显示，调查海区，C3高潮带和中潮带仅采获1种潮间带生物种类，无法换算多样性指数。3个断面的高潮带多样性指数范围为0~1.19；平均值为0.61；中潮带多样性指数范围为0~0.65，平均为0.36；低潮带多样性指数范围为0.26~1.00，平均为0.64。各调查断面均匀度指数的平均值和多样性指数平均值：低潮带 > 高潮带 > 中潮带，丰富度指数平均值：中潮带 > 高潮带 > 低潮带，总的来说，调查海域潮间带3个断面生境质量极差。

### 3.2.9.2.7 游泳动物

#### (1) 游泳动物种类组成

本次调查,共捕获游泳动物 51 种,其中:鱼类 37 种,虾类 9 种,蟹类 2 种,头足类 3 种。种类数最多是 S06 站,共 22 种,种类数最少是 S22 和 S27 站,仅有 6 种。

#### (2) 游泳动物渔获率

本次调查各站位的游泳动物平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.1151kg/h 和 54.6667ind/h,其中鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.0783kg/h 和 49.8125ind/h,占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 96.70%和 91.12%;虾类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.0070kg/h 和 3.2083ind/h,占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 0.63%和 5.87%;蟹类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.0016kg/h 和 0.3750ind/h,占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 0.14%和 0.69%;头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.0282kg/h 和 1.2708ind/h,占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 2.53%和 2.32%。

鱼类平均重量渔获率或平均个体渔获率最多。重量渔获率最高是 S16 站,为 2.3557kg/h;最低是 S21 站,为 0.5272kg/h。个体渔获率最高是 S16 站,为 135ind/h;最低是 S10 和 S27 站,均为 25ind/h。

#### (3) 游泳动物资源密度

本次调查各站位的游泳动物平均重量密度和平均个体密度分别为 72.739kg/km<sup>2</sup> 和 3565.993ind/km<sup>2</sup>,其中游泳动物的鱼类平均重量密度和平均个体密度分别为 70.338kg/km<sup>2</sup> 和 3249.348ind/km<sup>2</sup>,占总平均重量密度和平均个体密度分别为 96.70%和 91.12%;虾类平均重量密度和平均个体密度分别为 0.455kg/km<sup>2</sup> 和 209.285ind/km<sup>2</sup>,占总平均重量密度和平均个体密度分别为 0.63%和 5.87%;蟹类平均重量密度和平均个体密度分别为 0.103kg/km<sup>2</sup> 和 24.462ind/km<sup>2</sup>,占总平均重量密度和平均个体密度分别为 0.14%和 0.69%;头足类平均重量密度和平均个体密度分别为 1.843kg/km<sup>2</sup> 和 82.898ind/km<sup>2</sup>,占总平均重量密度和平均个体密度分别为 2.53%和 2.32%。

无论是平均重量密度和平均个体密度,都是鱼类最多。重量密度最高是 S16

站，为 153.663kg/km<sup>2</sup>；最低是 S21 站，为 34.391kg/km<sup>2</sup>。个体密度最高是 S16 站，为 8806.262ind/km<sup>2</sup>；最低是 S10 和 S27 站，均为 1630.789ind/km<sup>2</sup>。

#### (4) 游泳动物的优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定优势种。IRI 计算公式为  $IRI = (N+W)F$ 。式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比，W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比，F—某一种类的出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次调查结果表明，游泳动物中 IRI 值在 500 以上的有 3 种，分别为：杜氏叫姑鱼、龙头鱼、沙带鱼，由此确定这 3 种为鱼类的优势种，其中，杜氏叫姑鱼为第一优势种广泛分布于调查海区。

#### 3.2.9.2.8 小结

调查海域 16 个站。叶绿素 a 平均含量为  $1.2\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，初级生产力平均值为  $97.9\text{mgC}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ，调查海域的叶绿素 a 含量和初级生产力处于较低水平，不同区域存在一定的差别。浮游植物和浮游动物生物多样性处于优良水平。底栖生物的生物多样性指数处于较差水平。本次调查为春季，出现的鱼卵仔鱼种类数量一般；潮间带的生境质量极差；游泳动物（渔业资源）一般，其中，杜氏叫姑鱼为第一优势种广泛分布于调查海区。

### 3.2.10 红树林现状调查

#### 3.2.10.1 调查时间与站位

本节引自《深汕特别合作区鹏兴大道项目周边红树林调查报告》(xx 站，2024 年 7 月)。xx 站于 2024 年 7 月 22 日~7 月 25 日在项目附近进行红树林现状调查，赤石河下游南岸和赤石河北岸红树林群落区域均匀布设 6 条断面，进行样方调查，样方大小为  $10\text{m} \times 10\text{m}$ )，由于该区域红树林为沿海岸分布狭长“条状带”，平均红树林宽度小于 15m，因此每条断面布设一个样方。红树林群落区域断面及样方布设见下图。



图 3.2-1 项目周边红树林群落调查断面样方分布图

### 3.2.10.2 调查结果

#### 3.2.10.2.1 总体情况

根据调查，该项目用海范围内（见图 3.2-62 中区域一和区域二）未形成成片分布的红树林群落，沿海岸线成片分布的主要为陆生植被，在陆生植被片区内零星分布有个别红树林植株；项目用海东侧赤石河下游的项目用海周边区域少部分区域红树植株分散分布，大部分区域存在生长较好的成片分布的红树林植物群落（见图 3.2-62 中区域三和区域四）。据统计，该项目用海范围内和项目周边区域红树林植株和红树林群落（包括真红树林植株和半红树林植株）总面积约 1.5828 公顷。红树物种主要为秋茄（真红树）、桐花树（真红树）、白骨壤（真红树）、木榄（真红树）、海漆（真红树）、老鼠簕（真红树）和黄槿（半红树）。

表 3.2-2 红树区域无人机监测面积统计表

序号	区域	面积（公顷）	备注
1	区域一（项目用海范围内）	0.0326	红树植株分散分布，未形成红树林群落
2	区域二（项目用海范围内）	0.0357	红树植株分散分布，未形成红树林群落
3	区域三（项目周边，北岸）	0.9617	少部分红树植株分散分布；大部分红树成片分布，形成红树林群落
4	区域四（项目周边，南岸）	0.5528	少部分红树植株分散分布；大部分红树成片分布，形成红树林群落
	总	1.5828	——

#### 3.2.10.2.2 项目用海范围内红树林分布情况

根据调查，该项目用海范围内（见图 3.2-62 和图 3.2-63 中区域一和区域二）未形成成片分布的红树林群落，沿海岸线成片分布的主要为陆生植被，在陆生植被片区内零星分布有个别红树林植株，据统计，该项目用海范围内红树林植株（包括真红树林植株和半红树林植株）总面积约 0.0683 公顷。主要为秋茄（真红树）、桐花树（真红树）、海漆（真红树）和黄槿（半红树）。

总体来说，鹏兴大道项目范围内红树植株未形成规模，较为分散，零星分布在陆生植被区域边缘，相对来说黄槿植株较多，其次为秋茄、桐花树、海漆等，该区域各红树物种分布较分散，均为未形成植物群落。

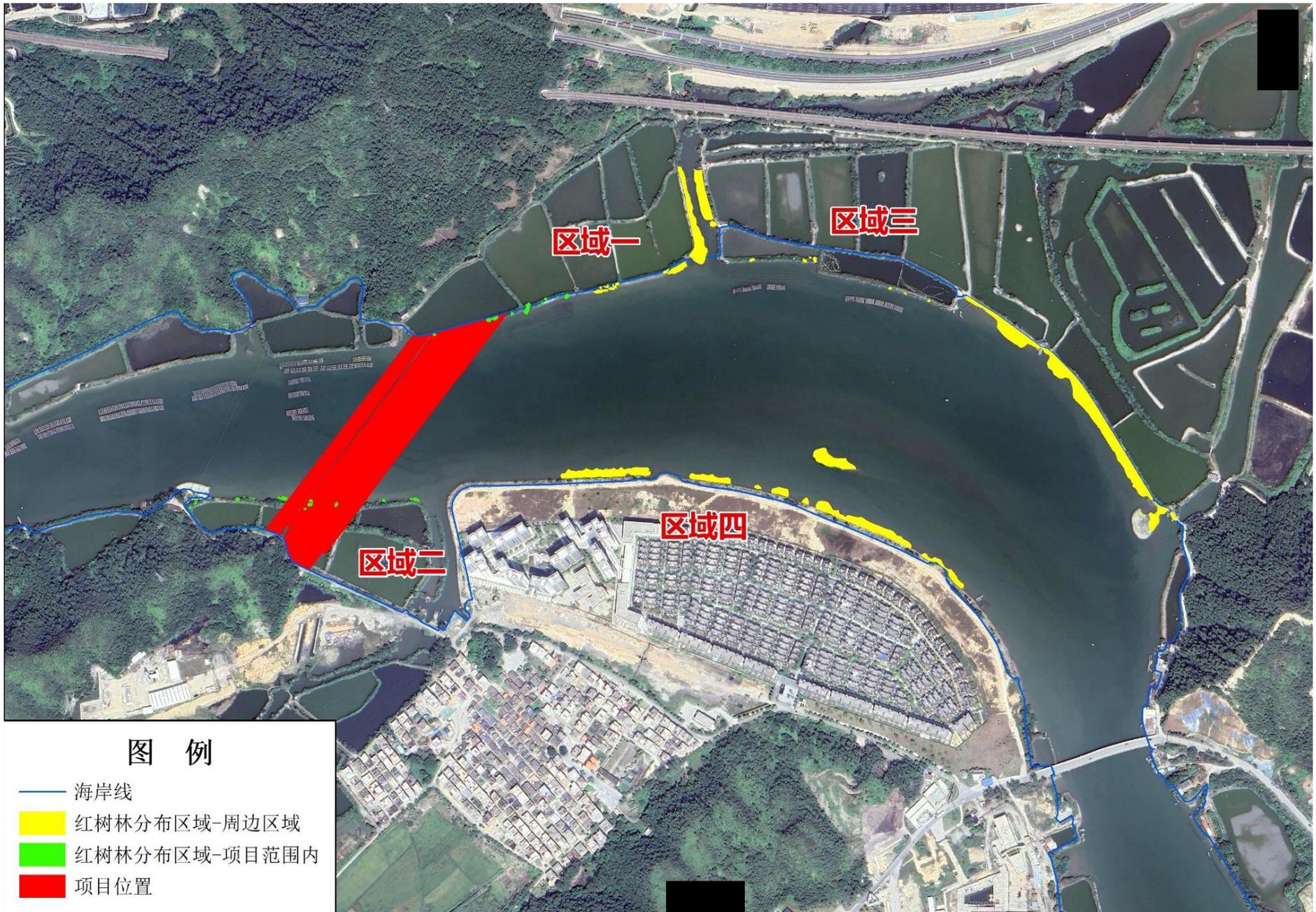


图 3.2-2 红树调查成果分布图



图 3.2-3 项目用海范围内红树分布图



图 3.2-4 项目用海范围内红树植株现状照片

### 3.2.10.2.3 项目周边红树林情况

#### (1) 项目周边红树林情况

项目用海东侧赤石河下游的项目用海周边区域少部分地区红树植株分散分布，大部分区域存在生长较好的成片分布的红树林植物群落（见图 3.2-62 和图 3.2-66 中区域三和区域四），据统计，该项目周边区域红树林植株和红树群落（包括真红树林植株和半红树林植株）总面积约 1.5145 公顷。主要为秋茄（真红树）、桐花树（真红树）、白骨壤（真红树）、木榄（真红树）、海漆（真红树）、老鼠筋（真红树）和黄槿（半红树）。

总体来说，鹏兴大道项目周边（项目东侧赤石河下游区域）红树林生长情况较好，沿海岸呈现狭长“条状带”分布，已经形成红树群落规模，平均红树林宽度约 13.6m。



图 3.2-5 项目周边红树现状照片



## (2) 项目周边红树群落生长情况

样方统计显示项目周边红树群落主要为秋茄、桐花树、白骨壤、木榄、海漆、老鼠簕和黄槿等红树品种，优势种为桐花树（占比达到 26.9%），其次分别为木榄、秋茄、白骨壤和黄槿（占比介于 7.1%至 23.9%）；另外还分布有少量的海漆和老鼠簕等。红树林样方调查监测显示，黄槿、白骨壤和海漆红树株较粗壮，平均株高超过 300cm，平均胸径明显大于其他红树林植株；木榄和老鼠簕较矮小，平均株高仅为 184.59cm 和 122.40cm。

项目周边红树林群落平均株高约 247.34cm，平均胸径达到 5.58cm（见表 3.2-48）。红树林物种整体生长情况良好，现场监测未发现明显病虫害现象，红树群落结构稳定，已经为大树阶段（DBH 平均值大于 4cm）。

### 3.2.10.3 总结

(1) 鹏兴大道项目范围内红树植株未形成规模，较为分散，零星分布在陆生植被区域边缘，相对来说黄槿植株较多，其次为秋茄、桐花树、海漆等，该区域各红树物种分布较分散，未形成植物群落。

(2) 鹏兴大道项目周边（项目东侧赤石河下游区域）红树林生长情况较好，主要为秋茄、桐花树、白骨壤、木榄、海漆、老鼠簕和黄槿等红树品种，沿海岸呈现狭长“条状带”分布，已经形成红树群落规模。该区域优势种为桐花树，其次分别为木榄、秋茄、白骨壤和黄槿；海漆和老鼠簕等较少。该区域平均红树株高约 247.34cm，平均胸径达到 5.58cm。红树林物种整体生长情况良好，现场监测未发现明显病虫害现象，红树群落结构稳定，已经为大树阶段。

## 4 资源生态影响分析

### 4.1 资源影响分析

#### 4.1.1 海岸线资源、海域空间资源影响分析

##### (1) 对海岸线资源的影响分析

根据广东省政府 2022 年批复的海岸线，项目跨海桥梁的桥身、桥墩以及桩基、施工围堰等涉及的海岸线长共约 230m，其中桥梁申请用海范围内涉及海岸线长度约 185m，施工围堰申请用海范围内涉及海岸线长度约为 159m，桥梁和施工围堰申请用海范围重叠部分涉及海岸线长度约为 114m，占用岸线类型均为人工岸线。

根据平面布置，本项目跨海桥梁占用岸线大部分为跨越式占用，不实际占用岸线资源。桥梁南侧引桥桥墩和桩基施工部分位于岸线处，形成岸线占用，占用海岸线长度约为 4.1m（图 4.1-1）；桥梁北侧桥墩施工部分位于岸线处，形成岸线占用，占用海岸线长度约为 2.6m（图 4.1-2），占用岸线类型均为人工岸线。

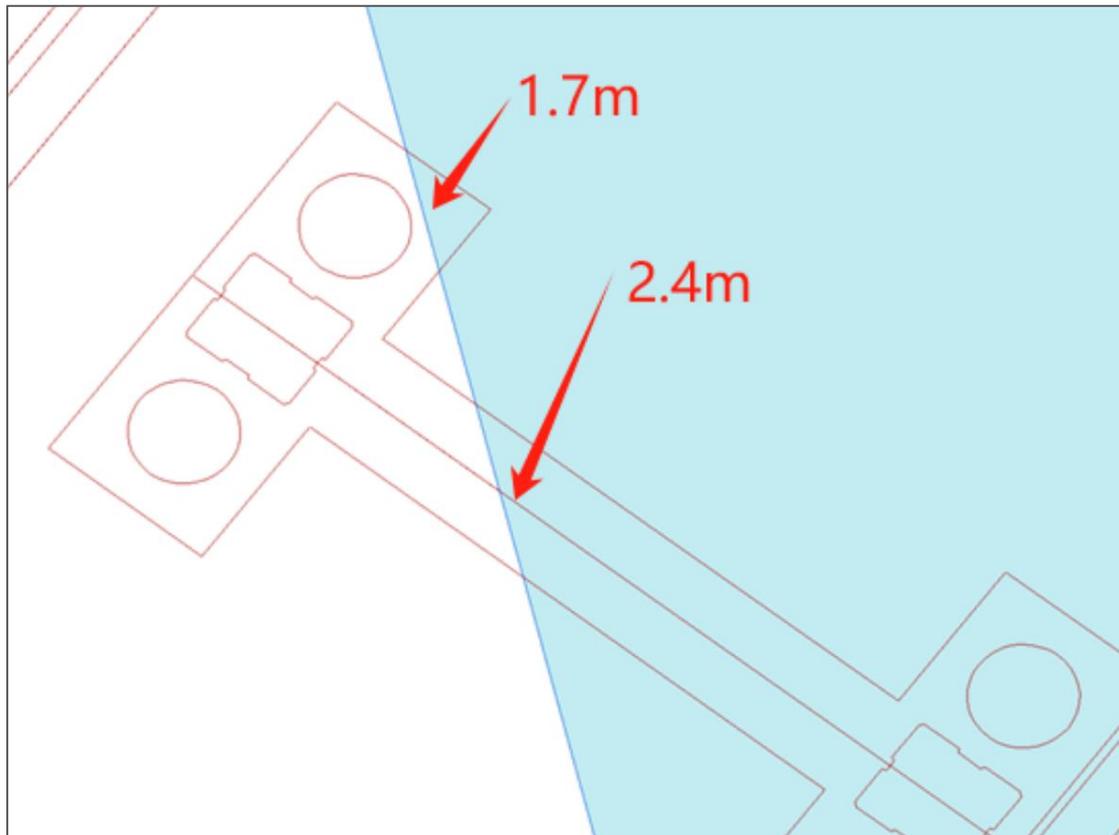


图 4.1-1 桥梁南侧引桥桥墩和桩基与海岸线位置关系

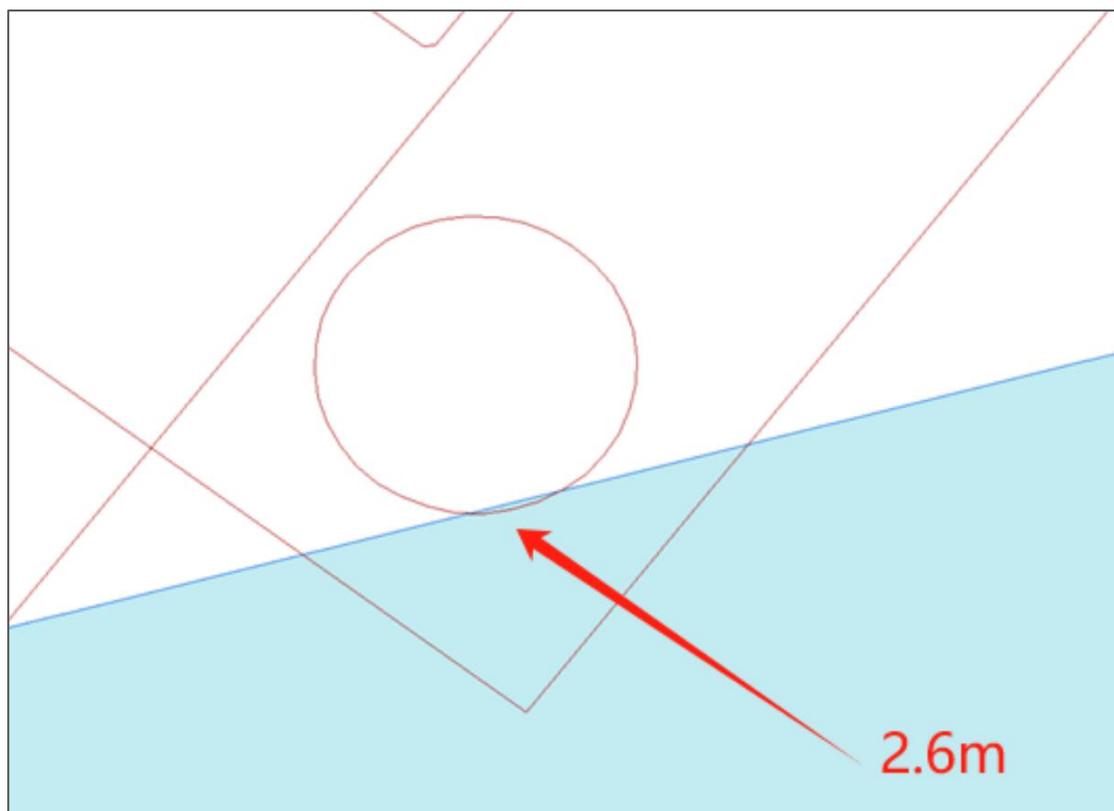


图 4.1-2 桥梁北侧桥墩和桩基与海岸线位置关系

施工围堰为桥梁附属工程,其建设主要为方便桥梁施工,确保施工人员安全,施工围堰在项目完成后拆除,不涉及长期占用岸线资源。燃气工程管道施工采用定向钻工艺下穿赤石河,未改变岸线的自然形态和生态功能,不实际占用岸线资源。

综上,项目用海实际占用岸线长度约为 6.7m,对岸线资源影响较小。

#### (2) 对海域空间资源的影响分析

本项目拟申请总用海面积为 7.0106 公顷,其中涉海桥梁工程用海面积为 3.2876 公顷,燃气管道工程用海面积为 0.7621 公顷,施工围堰用海面积为 2.9627 公顷,其中桥墩和桩基等基础结构占用海域面积约 0.1886 公顷。跨海桥梁桩基建设部分占用海域空间资源,一定程度上影响了所在海域的海洋空间开发活动,但桥梁水下基础结构占用的面积小,且具有不连续性,因此桥梁基础所在及周围海域仍能保持原有海域特征和生态功能。项目施工围堰在施工完成后进行拆除,恢复海域原貌,其占用的海域面积仍可被其他海洋开发活动所利用。

#### 4.1.2 项目用海对海洋生物资源的影响分析

根据《中华人民共和国渔业法》《中华人民共和国海洋环境保护法》和《防

治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》的相关规定，占用渔业水域并造成海洋生态环境和渔业资源损失的海洋活动，需按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的技术方法，结合相关技术标准评估海洋活动对海洋生物资源影响和造成的海洋生物资源损失，海洋生物资源损失评估范围为海洋活动破坏和污染影响的海洋自然生态区域。

#### （1）直接占用海域造成海洋生物资源损失量的评估

本项目跨海桥梁施工直接占用造成的主要海洋生物资源损失主要是桥梁桩基建设和施工围堰建设对底栖生物栖息环境造成破坏，导致底栖生物永久损失。

跨海桥梁桩基和施工围堰建设破坏了原有底栖生物的栖息环境，施工过程将会造成海域内底栖生物的全部死亡。根据项目平面布置，主桥桥塔单根灌注桩面积约为  $3.80\text{m}^2$ ，共计 80 根灌注桩，可算得主桥桥塔桩基占用海域面积为  $304\text{m}^2$ ；主桥辅助墩及连接墩单根灌注桩面积为  $2.5\text{m}^2$ ，共计 24 根，可算得主桥辅助墩及连接墩桩基占用海域面积为  $60\text{m}^2$ 。南侧引桥单根灌注桩面积为  $1.5\text{m}^2$ ，共计 6 根灌注桩，可算得南侧引桥桩基占用海域面积为  $9.0\text{m}^2$ 。本项目建设桩基直接占用海域面积共计  $373\text{m}^2$ ，施工围堰占用海域面积为  $29627\text{m}^2$ ，则项目建设造成底栖生物损失为  $465.9\text{kg}$ 。

#### （2）施工期污染物扩散造成海洋生物资源量的评估

经计算，本项目施工期悬浮物扩散造成浮游植物损失  $3.64 \times 10^{11}$  尾、浮游动物损失  $89.54\text{kg}$ ，鱼卵损失  $1.45 \times 10^6$  粒，仔稚鱼损失  $1.12 \times 10^5$  尾。

## 4.2 生态影响分析

### 4.2.1 水文动力环境影响分析

项目支承桩结构的“桩基群效应”会对周边小范围的潮流流态产生一定影响：项目支承桩结构的桩基群一定程度上阻碍了潮流的运动，对水体起到一定的掩护作用，E-W 向的潮流经过南北两侧的主塔竖向支座支承桩和近岸支承桩布设区域时发生绕流，在垂直于主潮流向的支承桩布设区域两侧（N 侧和 S 侧）一定范围内动能增大、流速增大；同时，主流向上的支承桩布设区域两侧（E 和 W 侧）一定范围内动能减小、流速减小。

涨急时刻，项目所在海域流速值整体相对较低，项目建设后支承桩结构对流场的影响范围和影响程度相对较小。在平行于潮流主流向上，支承桩布设区域两

侧（E 和 W 侧）潮流流速略有降低，流速降幅约 0.5cm/s。在垂直于潮流主流向上，潮流在垂直于主流向的支承桩布置区域两侧发生绕流，南主塔竖向支座支承桩南侧、南近岸支承桩和北主塔竖向支座支承桩北侧、北近岸支承桩位置均位于近岸区域，涨急时刻近岸区域水位相对较低，流速受结构影响程度相对较小，南主塔竖向支座支承桩北侧 10m 范围内和北主塔竖向支座支承桩南侧 20m 范围内流速增大约 1.5 cm/s ~3cm/s。

落急时刻，项目所在海域流速值相对较高，项目建设后支承桩结构对流场的影响范围和影响程度相对涨急时刻较大，同时，项目北侧支承桩结构所在海域流速相比于南侧较大，故项目建设后北侧支承桩结构对流场的影响范围和影响程度相比于南侧较大。在平行于潮流主流向上，支承桩布置区域两侧（E 和 W 侧）潮流流速略有降低，支承桩布置区域 W 侧（上游方向）影响相对较小：北主塔竖向支座支承桩 W 侧 10m 范围内流速降幅约 1.5cm/s~2.5cm/s，E 侧 175m 范围内流速降幅约 1.5cm/s ~5.5cm/s；南主塔竖向支座支承桩 W 侧 3~5m 范围内流速略有降低，E 侧 150m 范围内流速降幅约 1.5cm/s~4.5cm/s；随着向 E 侧（下游方向）远离桩基结构，结构对流速的影响逐渐减小。在垂直于潮流主流向上，潮流在垂直于主流向的支承桩布置区域两侧发生绕流，南主塔竖向支座支承桩南侧、南近岸支承桩和北主塔竖向支座支承桩北侧、北近岸支承桩位置均位于近岸区域，落急时刻近岸区域水位相对较低，流速受结构影响程度较小，北主塔竖向支座支承桩南侧 50m 范围内流速增大约 1.5cm/s ~2.5cm/s。

根据全潮平均流速的变化情况，项目建设后对支承桩结构布置区域周边 150m 范围内的流场有一定影响，流速变化幅度主要集中在 0.5cm/s~1.5cm/s，同时，北侧支承桩结构对流场的影响范围和影响程度相比于南侧较大。在平行于潮流主流向上，支承桩布置区域两侧（E 和 W 侧）潮流流速降低，支承桩布置区域 W 侧影响相对较小：北主塔竖向支座支承桩 W 侧 10m 范围内流速降幅约 0.5cm/s ~1.5cm/s，E 侧 150m 范围内流速降幅约 0.5 cm/s ~2.0cm/s；南主塔竖向支座支承桩 W 侧 3~5m 范围内流速略有降低，E 侧 130m 范围内流速降幅约 0.5cm/s~1.5cm/s。在垂直于潮流主流向上，潮流在垂直于主流向的支承桩布置区域两侧发生绕流，南主塔竖向支座支承桩南侧、南近岸支承桩和北主塔竖向支座支承桩北侧、北近岸支承桩位置均位于近岸区域，影响范围较小，影响程度不大，

北主塔竖向支座支承桩南侧 80m 范围内流速增大约 0.5 cm/s ~1.0cm/s。

综上，项目建设后支承桩结构的布设对大海域潮流无影响，对项目周边海域潮流的影响范围主要集中在支承桩结构布放区域周边的小范围内，影响范围小、影响程度不大，总体来说项目建设对潮流的影响是可以接受的。

## 4.2.2 地形地貌和冲淤环境影响分析

### 4.2.2.1 泥沙运移趋势

海岸地貌是在河流、海洋动力作用下，在既定地质基础上所产生的侵蚀或堆积作用的产物。工程的建设会改变原有的岸线形态，引起波浪和潮流等水动力改变，导致海底产生蚀淤变化。通过沿岸输砂计算分析工程建成后附近海域岸滩冲淤变化，进而分析其对周边环境的影响。

#### (1) 海岸带泥沙运动规律

##### 1) 泥沙来源

海岸带附近泥沙来源有四个方面：河流来沙、由邻近岸滩搬运而来、由当地崖岸侵蚀而成、海底来沙。

##### 2) 泥沙运移形态

沙质海岸的泥沙运移形态有推移和悬移两种。淤泥质海岸的泥沙运移形态以悬移为主，底部可能有浮泥运动或推移运动。海岸带泥沙运动方式可分为与海岸线垂直的纵向运动和与海岸线平等的横向运动。

#### (3) 影响海底泥沙冲淤变化的动力因素

海底泥沙冲淤变化是在波浪和海流等动力因素综合作用下的结果。

##### 1) 波浪的作用

在沙质海岸，波浪是造成泥沙运动的主要动力。大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内。当波浪的传播方向与海岸线斜交时，波浪破碎后所产生的沿岸流将带动泥沙顺岸移动。沿岸泥沙流若遇到突堤等水工建筑物则将从其上游根部开始淤积。

在粉砂淤泥质海岸，波浪掀起的泥沙除随潮流进出港口和航道外，在风后波浪减弱的过程中会形成浮泥。此种浮泥除自身可能流动外，又易为潮流掀扬，转化为悬移质，增加潮流进港和航道的泥沙数量。

##### 2) 海流的作用

在淤泥质海岸，潮流是输沙的主要动力，在波浪较弱的海岸区，潮流可能是掀沙的主要因素，潮流携带泥沙入港和航道后。由于动力因素减弱，降低了携沙能力，导致落淤。在沙质海岸的狭长海湾等特定地形条件下，海流流速较大，对泥沙运动起主导作用。这里的海流不仅起输沙作用，还起着掀沙作用。

#### 4.2.2.2 地形地貌与冲淤数值模拟结果

(1) 项目建设后仅在北侧支承桩结构布置区域周边 150m 范围内存在冲淤变化（年冲淤变化超过 1.0cm），其余位置无明显变化，海域输沙相对平衡。

(2) 结合项目建设前后海域全潮平均流速的变化情况，项目建设后流速变化幅度主要集中在 0.5cm/s~1.5cm/s，北侧支承桩结构对流场的影响范围和影响程度相比于南侧较大，且受涨落潮流速差异的影响，支承桩布置区域的西侧流场变化相对于东侧较小。故，项目南侧支承桩的布置基本不改变周边的冲淤情况（年冲淤变化小于 1.0cm），项目对冲淤情况的影响主要集中在北侧支承桩结构附近，北侧支承桩结构东侧 50m 范围内淤积量约为 1.0cm~3.0cm，淤积量相对较小。

(3) 项目所在海域的北侧近岸区域冲淤变化相对较大，年冲刷量可达约 10cm，年淤积量可达约 7cm，且冲刷带和淤积带相对分散。这是由于，项目的北侧支承桩结构布置于近岸区域，该区域水深相对较浅，坡度相对较大，且部分区域底床高程略高于平均海平面，低潮位时出露，项目建设后，受桩基结构的掩护作用，水体在北主塔竖向支座支承桩和北近岸支承桩的北侧局部发生绕流，并在一定程度上局部区域存在水位提升、水流紊流、流速增大和水体破碎等情况，流态的复杂变化致使项目北侧近岸区域年淤积冲刷量相对较大，冲刷带和淤积带相对分散。项目北侧岸线为现状围堤形成的人工岸线，项目引起的冲淤变化不大、影响范围相对较小，且部分现状围填有植被覆盖，可有效保护不受水流侵蚀。

(4) 项目所在海域水动力相对较弱，水体挟沙能力较弱、含沙量较低，结合项目周边岸界地形条件和逐年卫星遥感影像趋势可见，赤石河入红海湾口门处存在现状沙坝，沙坝处岸线逐年向海侧淤长，潮流挟沙主要在此处落淤，且赤石河年均径流量较小，挟沙能力较弱。因此，项目所在海域水体含沙量较低，项目建设后附近水流流态变化导致了项目附近的局部的冲刷和落淤，项目建设对大海域的冲淤环境无影响，对项目周边小范围海域冲淤环境影响不大。

## 4.2.3 水质环境影响分析

### 4.2.3.1 悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

根据《海水水质标准》(GB 3097-1997)对于海水水质标准的界定,第二、三、四类水质悬浮物质浓度需分别小于 10mg/L、100mg/L 以及 150mg/L。因此本次悬沙浓度等值线取值为 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L。图 4.2-19 为施工期工程水域施工作业引起的悬浮泥沙扩散包络最大范围,表 4.2-2 对图中不同悬沙浓度的包络面积进行了统计。

项目临时围堰建设施工环节引起的悬浮泥沙扩散最大范围统计结果见下表。由计算结果可知,大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 177m,最大扩散范围 0.0843km<sup>2</sup>;大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 154m,最大扩散范围 0.0740km<sup>2</sup>;大于 50mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 126m,最大扩散范围 0.0621km<sup>2</sup>;大于 100mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 115m,最大扩散范围 0.0536km<sup>2</sup>;大于 150mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 105m,最大扩散范围 0.0485km<sup>2</sup>。

施工悬沙所产生的影响是暂时和局部的,加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能,随着施工作业的结束,悬浮泥沙将慢慢沉降,海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 4.2-1 施工产生悬浮物(SS)最大包络线影响范围

浓度(SS)	影响面积(km <sup>2</sup> )	最大影响距离(m)
SS>150 mg/L	0.0485	105
100 mg/L<SS≤150 mg/L	0.0051	115
50 mg/L<SS≤100 mg/L	0.0085	126
20 mg/L<SS≤50 mg/L	0.0119	154
10 mg/L<SS≤20 mg/L	0.0103	177

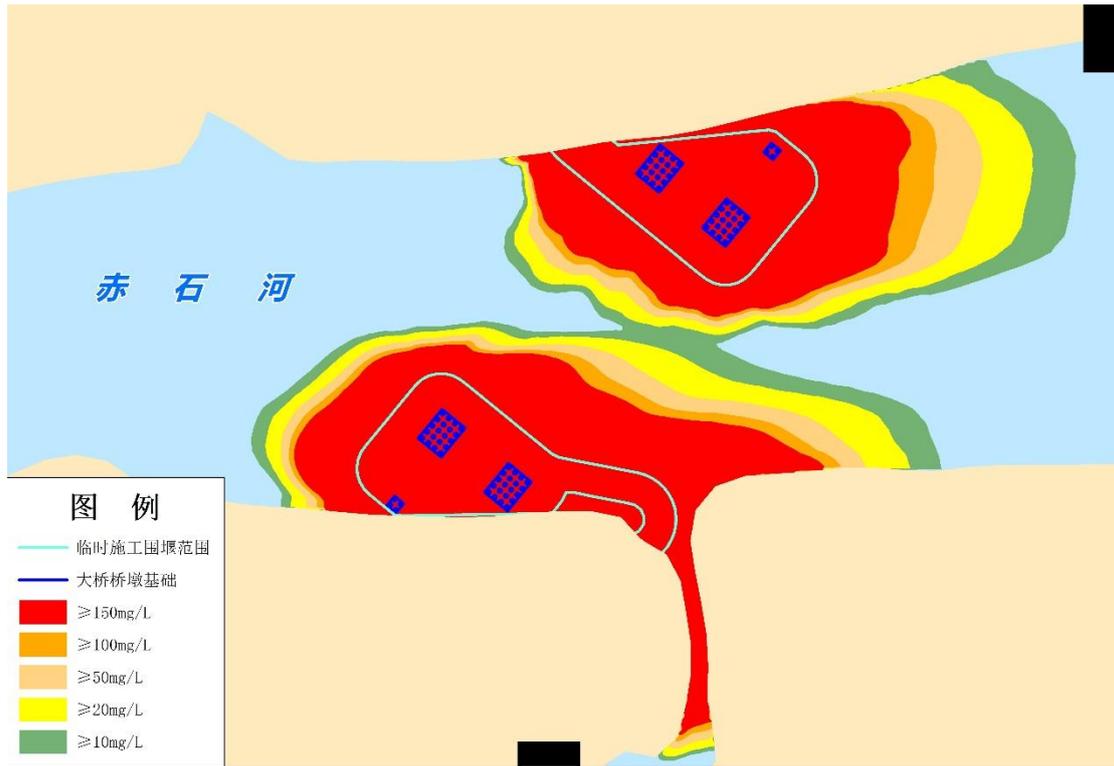


图 4.2-1 悬沙扩散最大包络范围示意图

#### 4.2.3.2 运营期对水质环境影响分析

本项目建设属于非污染工程，运营期间桥梁本身不会产生污染物。但在运营期间，跨海桥梁运营期水污染源主要为桥面雨水，其污染特征为 SS 和油类，在降雨过程中被雨水冲刷，并和雨水一同进入水域。路面雨水中污染物浓度随降雨时间增加而逐渐减小，污染物的浓度在 0-15 分钟内达到最大，随后逐渐降低，在将于一小时后趋于平稳。根据项目方案设计，本项目拟结合项目下垫面类型及海绵城市建设控制指标，因地制宜对海绵城市技术进行筛选，选用合适的海绵城市技术措施。考虑到本地的属性及限制条件，主要选择透水铺装、透水混凝土及龟背式微植草沟、环保型雨水口等海绵城市措施进行雨水径流的源头滞蓄、净化、削减与资源化利用，综上，项目运营期对水质环境的影响较小。

#### 4.2.4 沉积物环境影响分析

##### 4.2.4.1 施工期对沉积物环境影响分析

本项目围堰工程为桥梁工程建设过程中的临时设施，桥梁工程完工后将拆除，仅桥墩桩基占用海域的沉积物环境将发生彻底改变，该部分影响是永久性的。工程实施过程会短期搅动工程附近海域海底沉积物，使底泥再悬浮，引起悬浮泥沙浓度增高，造成局部沉积物环境产生临时变化，根据沉积物质量监测结果，工程

区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，施工过程对沉积物的影响时间是暂时的，随着施工结束，悬浮物沉降后，工程海域的沉积物环境会逐渐恢复，工程实施对其造成的影响也将消失。本项目施工期生活污水、施工机械污水等均收集处理，不直接排海。施工中将生活垃圾统一收集、清运至垃圾处理厂处理，避免直接排入海域，没有其他污染物混入，工程海域沉积物的质量影响较小。

#### 4.2.4.2 运营期对沉积物环境影响分析

项目运营期间严禁向海域随意抛洒废弃物，废弃物统一收集后集中妥善处理，并定期对桥面进行日常保洁和维护管理，通过实施严格的环境管理措施，项目在运营期基本不会发生固体废弃物污染海洋沉积物环境的问题，因此，项目运营期对沉积物环境影响较小。

#### 4.2.5 项目用海生态影响分析

##### 4.2.5.1 施工期生态影响分析

本项目施工期会对生态环境产生影响的工程环节为施工围堰及桥梁桩基建设，在建设过程中将不可避免的对工程水体造成扰动，导致水域悬浮泥沙增多，海水透明度降低，浮游植物光合作用减弱，给该区域海洋生物的正常生长带来不利影响。

##### 4.2.5.1.1 对浮游生物影响分析

施工过程中产生的悬浮泥沙将导致水体的混浊度增大，透明度降低，浮游植物光合作用减少，区域初级生产力降低。同时，水体中有害物质含量升高，其降解过程消耗大量溶解氧，最终影响浮游植物的细胞分类和生长，导致浮游植物数量减少。长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物毒性效应的试验结果表明：当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物光合作用。

悬浮泥沙扩散将对浮游动物的生长率、摄食率造成一定影响。根据有关研究资料，水中悬浮物质含量的增多，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，尤其在其含量水平达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。

本工程施工过程产生的悬浮泥沙使周围海水中悬浮物浓度增大，对浮游生物的生长会产生一定的影响和破坏作用，从而影响该海域浮游生物的丰度和生物量。

但由于悬浮泥沙排放的时间相对较短,随着施工作业结束,停止悬浮泥沙的排放,其影响将会逐渐消失。

#### 4.2.5.1.2 对鱼卵、仔稚鱼的影响

施工海域海水中悬浮物浓度增加,在一定范围内形成高浓度扩散场,将直接或间接对鱼卵、仔稚鱼造成伤害。主要表现为:影响胚胎发育,降低孵化率;悬浮物堵塞幼体鳃部造成窒息死亡,大量的悬浮物造成水体严重缺氧而死亡;悬浮物有害物质二次污染破坏水体正常的生物化学过程,破坏鱼类的产卵场、索饵场,破坏鱼类资源的自我更新机制,也使鱼卵、仔稚鱼体内的生理机制发生改变,体内残毒增多,成活率降低。悬浮泥沙沉降后,泥沙对鱼卵的覆盖作用,使孵化率大幅度下降;同时大量的泥沙沉降掩埋了水底的石砾、碎石及水底其它不规则的类似物,从而破坏了鱼苗借以躲避敌害、提高成活率的天然庇护场所。

国外学者研究了悬浮物对鳟孵化率和鱼苗成活率的影响。结果表明,随着悬浮物浓度的增高,孵化率下降明显;随着持续时间加长,鱼苗成活率呈下降趋势。朱鑫华等(2002)认为鱼卵、仔稚鱼分布对透明度要求较高。浊度是影响仔鱼丰度的最主要指标之一,浊度与仔鱼丰度呈负相关关系。

刘素玲、郭颖杰等(2008)的研究表明,悬浮物质的含量达到200mg/L以下及影响期短时,不会导致鱼类直接死亡,但施工作业点中心区域附近的鱼类,鳃部会严重受损,从而影响鱼类以后的存活和生长。

总之,悬浮物增加以及在物理条件和饵料生物减少的共同作用下,会降低鱼卵的孵化率,还会对已孵化的仔稚鱼的生长和生存带来不利影响,降低鱼类种群密度,影响渔业资源。

#### 4.2.5.1.3 对底栖生物的影响

工程施工占用海域,改变了海域的自然属性,破坏了底栖生物的栖息环境,导致底栖生物死亡。

施工过程产生的悬浮泥沙扩散会使周围海域水质变浑浊,影响底栖生物的呼吸和摄食;降低海水中溶解氧的含量,影响对海水中溶解氧要求比较高的生物;泥沙的沉降会掩埋底栖生物,改变它们的栖息环境。

郑琳等(2009)认为,高悬浮物质量浓度(>500mg/L)对贝类组织器官有一定的损害;马明辉等(2004)认为悬浮物对虾夷扇贝的急性致死效应不强,低质

量浓度悬浮物对虾夷扇贝致死效应不强，但高质量浓度悬浮物（1028mg/L）对虾夷扇贝具有很强的慢性致死作用。

本项目施工过程中桥梁桥墩将占用一定的海域，造成底栖生物损失。

#### 4.2.5.1.4 对游泳动物的影响

宋伦、杨国军等（2012）的研究表明，游泳生物具有较强的游泳能力，对污染水域回避能力较强，悬浮物对游泳生物的影响相对较小，但对幼体的影响较大。悬浮物会粘附于游泳生物的体表，使其感觉功能下降，游泳能力减弱；悬浮物还可阻塞鱼类等的鳃组织，损伤鳃丝，影响呼吸系统。

水体中悬浮物含量增高，将影响某些鱼类及幼体的生长发育。但游泳动物有较强的逃避能力，游泳动物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，随着施工的开始，游泳动物的种类和数量会逐渐得到恢复。

#### 4.2.5.2 运营期生态影响分析

项目运营期对海洋生态环境的影响主要为桥面雨水径流和交通噪声的影响，其主要水污染物为 SS，本项目选择透水铺装、透水混凝土及龟背式微植草沟、环保型雨水口等海绵城市措施进行雨水径流的源头滞蓄、净化削减与资源化利用，削减雨水径流对海域的污染。

根据相关研究报道，交通噪声将对大型游泳动物的栖息和繁殖产生一定的不利影响。此外，意外事故可能会造成的易燃、易爆物质的泄漏，通过影响水质及沉积物污染来影响生态环境，给周边海域带来重大的影响。运营期机动车辆产生的噪音及大桥沿线人为活动的增加，会在一定程度上影响鱼类和部分底栖动物的正常栖息环境，对其有驱赶作用，使公路附近鱼类和底栖动物数量明显少于其它地区。但由于桥梁区域相对于整个海区而言面积很小，所以对水生生物影响很小。

#### 4.2.6 项目用海对汕尾九龙湾海洋生态地方级自然保护区的影响

深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区属于内陆湿地和水域生态系统类型的自然保护区，主要保护对象为真鲷、黑鲷、鲈鱼、鲮鱼、鳗鲡、锯缘青蟹，以及虾、贝类等重要经济种类及其产卵场和孵育场等特殊海洋生态系统。

本项目桥梁工程以桩基结构跨越该保护区，涉及桥墩桩基占用该保护区的面积为 0.1886 公顷，同时，在桥梁建设过程中将搭建临时围堰，桥梁桩基及围堰工程用海直接占压海域将造成工程区域内底栖生物死亡。本项目围堰工程为桥梁工

程建设过程中的临时设施，桥梁工程完工后将拆除，桥梁桥墩对自然保护区的占用为永久性的，对该范围内底栖生物的影响也是永久性的，围堰搭建及桥梁桥墩施工期打桩作业将扰动底质产生悬沙，造成以浮游生物为主的海洋生物资源损失。施工悬沙对水质的影响属于短期环境效应，随着工程作业的结束，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入。浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需的时间较短，有资料表明，浮游生物群落的重新建立只需几周时间，游泳生物由于活动能力强，也会很快进入作业点。对于施工造成的海洋生物资源损失，建设单位将采取以增殖放流为主的生态补偿修复措施对受损的资源量进行恢复。因此施工期对自然保护区的影响相对较小。

此外，运营期也需加强工程两侧海域生态环境的监测，减少运营期对自然保护区的影响。

#### 4.2.7 项目用海对无居民海岛的影响分析

由第 3.1.6 节内容可知，项目周边分布较多无居民海岛，其中距离项目用海最近的一处岛礁为逢河岛，位于赤石河道内，项目东侧 507m 处。

根据数值模拟结果，项目建设后仅在桥梁北侧支承桩结构布设区域周边 150m 范围内存在冲淤变化（年冲淤变化超过 1.0cm），其余位置无明显变化，海域输沙相对平衡。因此项目用海不会对逢河岛的海岛地貌产生影响。本项目临时围堰建设施工产生的 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 177m，最大扩散范围 0.0843km<sup>2</sup>，由叠图可知，悬浮泥沙未扩散到逢河岛附近。

综上，项目用海对周围无居民海岛的影响较小。

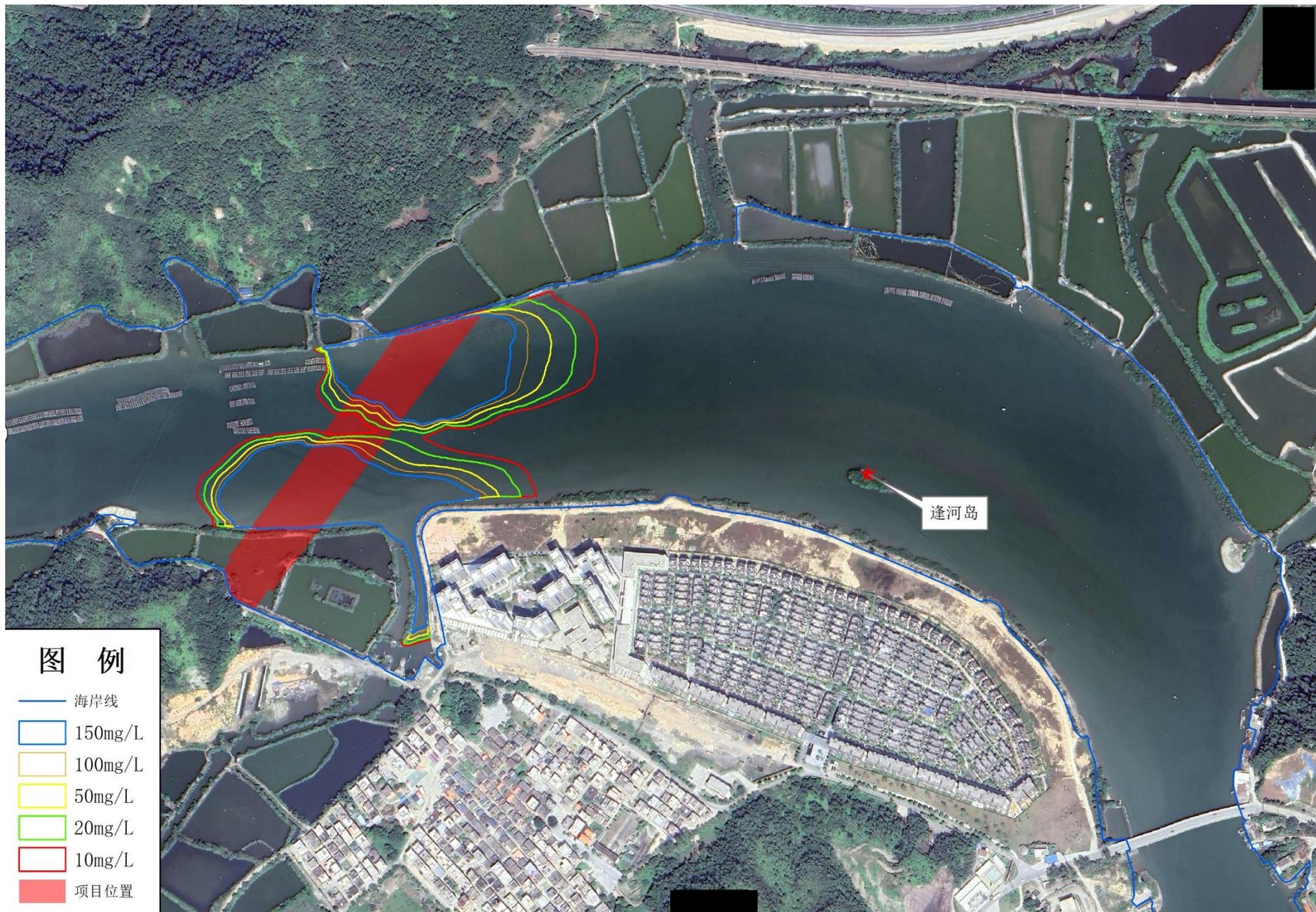


图 4.2-2 悬浮泥沙扩散范围与无居民海岛的叠加示意图

#### 4.2.8 项目用海对红树林生态影响分析

红树林生态系统对浅海、滩涂的栖息生物多样性保护和一些生活史中在红树林生态系统渡过其关键性阶段的动物有重要的生态价值。红树林生态系统属于自然补助的太阳供能生态系统类型，红树林的营养物质循环不仅发生在生物组分、大气组分和土壤组分之间，而且还发生在水体组分之间。红树植物的换叶周期短，元素归还量高于陆地热带常绿林，使红树林分布的海滩逐渐肥沃，红树林可吸收 $\text{SO}_2$ 、HF、 $\text{Cl}_2$ 和其它有害气体，亦可净化水体汞等重金属元素、农药等，减轻油污危害提供作为污水排放的终端处理场，通过鸟类等动物与环境的复杂生态关系，有效防治海岸生态环境病虫害，红树植物具有发达的根系，它广泛分布、纵横交织，增加了滩面的摩擦力，能阻挡、减弱水流流速，起到促淤保滩，保护堤岸的作用。红树林通过发达的根系网罗碎屑，加速潮水和陆地径流带来的泥砂和悬浮物的沉积，从而净化水质。红树林是海洋湿地改良的先锋，通过红树林对营养元素的吸收可降低土壤盐分，增加土壤的有机质，改良土壤结构。

红树林的生长主环境要受受潮汐、盐度、温度等控制。红树林在潮滩上的分布受到潮汐浸淹程度的控制，红树林只能分布在平均海面 and 回归潮平均高潮位之间的滩面上，潮水浸淹程度过高或过低均会影响红树林的正常生长。张乔民等（1997）对红树林生长带和潮汐水位关系的研究也表明，红树林生长于平均海面或稍上与大潮平均高潮位之间，只有当潮滩发生淤积并达到平均海面以上的高程，红树林生态系统才能建立。在盐度方面，红树林可在相当大盐度范围内（0%~9%）生长，不同种类红树植物对盐度适宜不同。吴敏兰等（2014）对桐花树的研究表明，盐度对桐花树光合作用影响存在低盐促进、高盐抑制的现象，适于河口滩涂种植。温度方面，最适宜红树林生长的海水表层温度为21~25℃。

根据现状调查，本项目用海范围内有零星小规模红树林分布，植被类型主要由黄槿、秋茄、桐花树、海漆等组成。本项目为跨海桥梁建设工程，桥梁桩基和临时施工围堰建设未实际占用红树林（图4.2-21至图4.2-24），燃气工程管道施工采用定向钻工艺下穿赤石河，未直接对红树植被造成破坏。本项目施工期将会产生悬浮泥沙，工程建设带来的悬沙扩散也会在一定程度上影响红树植被的生长（图4.2-25），但本项目建设周期较短，悬沙的影响将伴随施工结束而逐渐消

失。因此，本项目建设对红树林生态系统的影响较小。

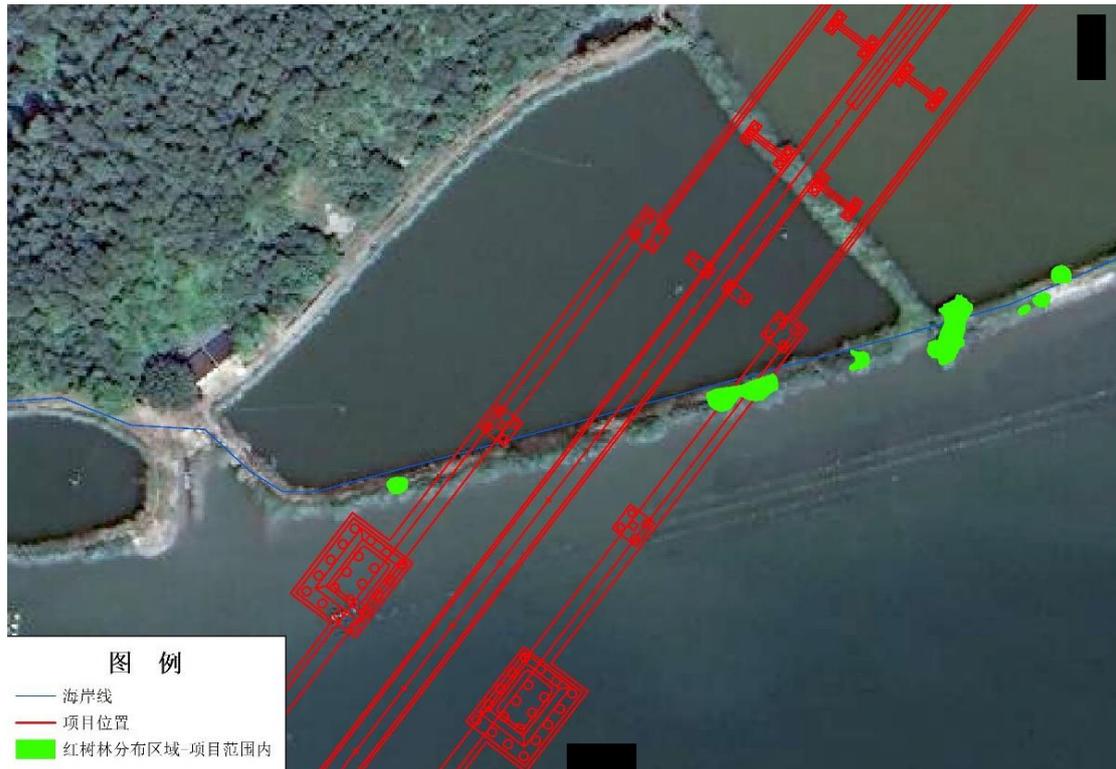


图 4.2-3 桥梁工程（北侧）与现状红树林的位置关系

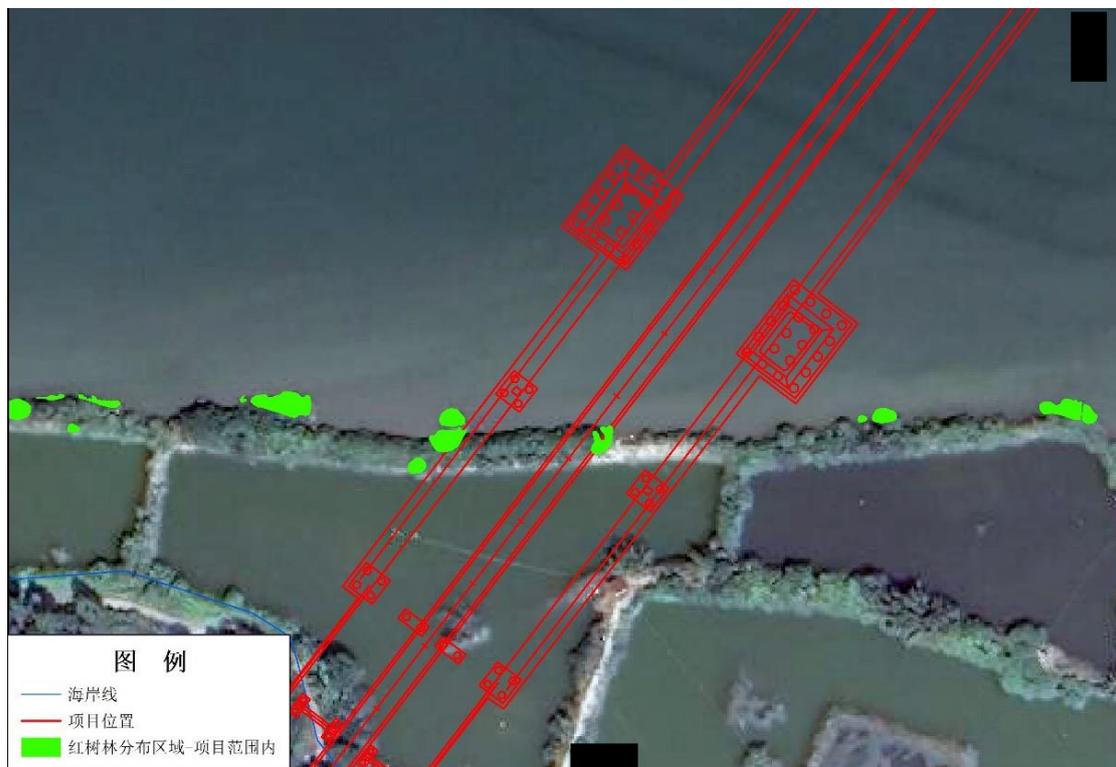


图 4.2-4 桥梁工程（南侧）与现状红树林的位置关系

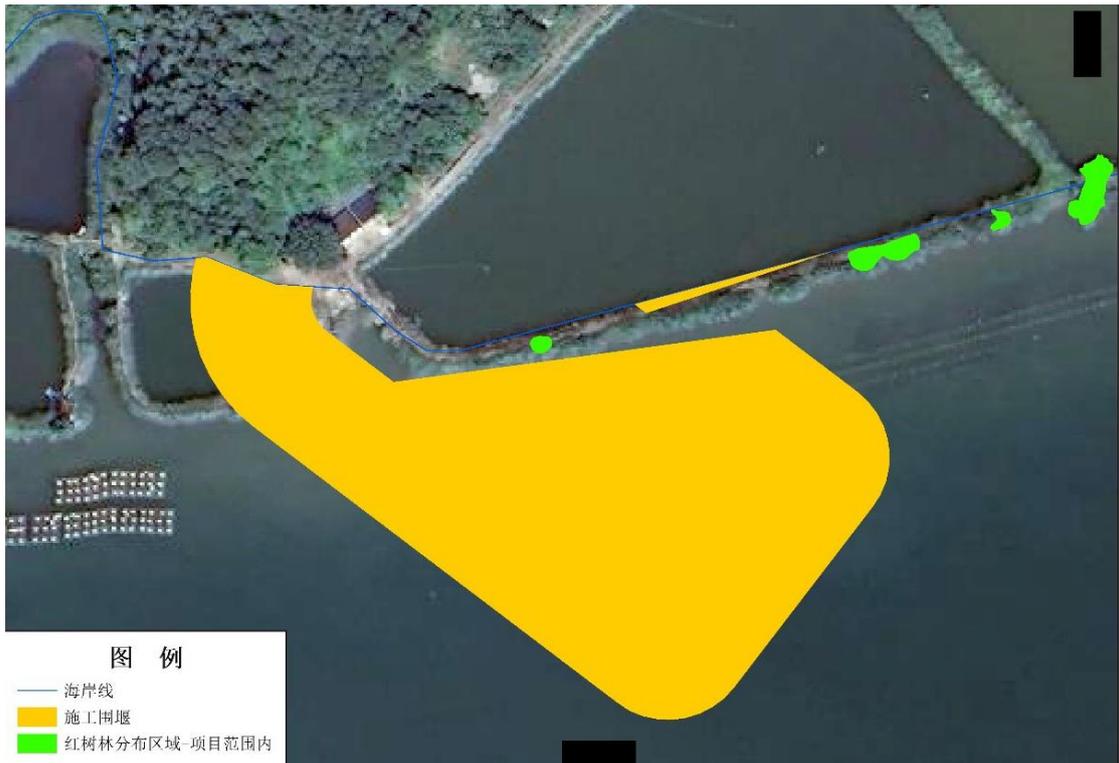


图 4.2-5 临时施工围堰（北侧）与现状红树林的位置关系



图 4.2-6 临时施工围堰（南侧）与现状红树林的位置关系

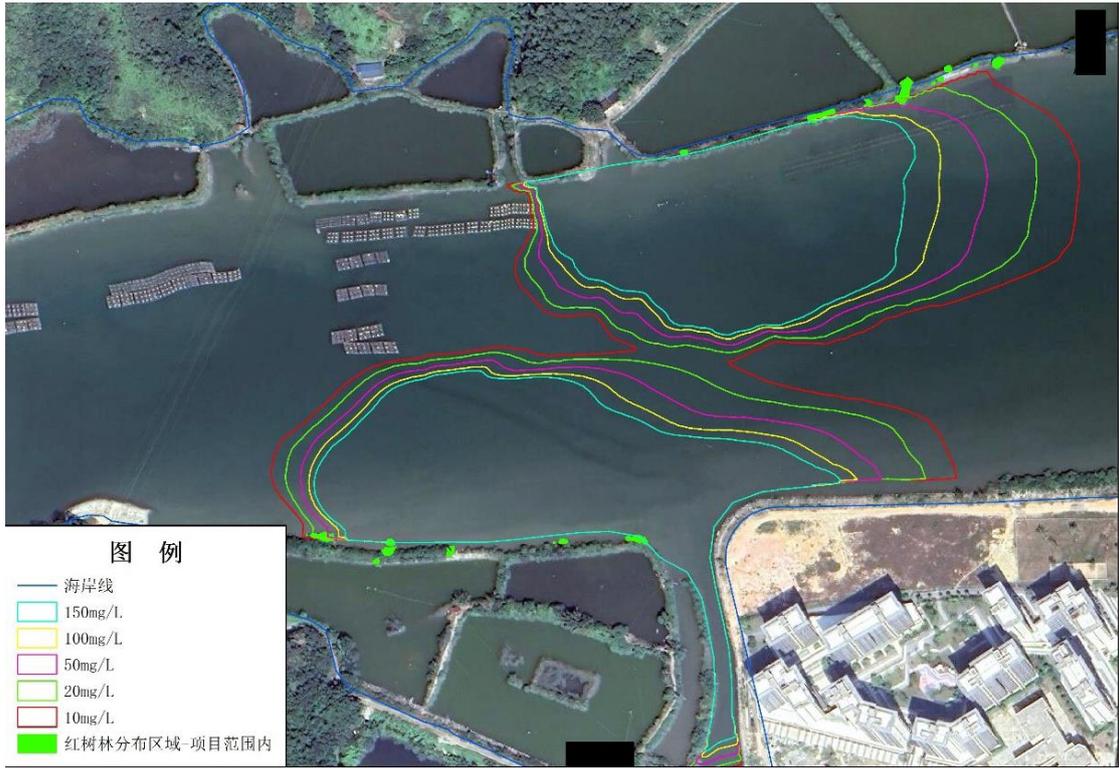


图 4.2-7 施工悬沙与现状红树林的位置关系

## 5 海域开发利用协调分析

### 5.1 海域开发利用现状

#### 5.1.1 社会经济概况

根据《深圳市深汕特别合作区 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，2023 年深汕特别合作区地区生产总值 124.59 亿元，比上年增长 30.0%。其中，第一产业增加值 13.82 亿元，增长 0.7%；第二产业增加值 66.23 亿元，增长 51.3%；第三产业增加值 44.54 亿元，增长 17.7%。第一产业增加值占全区地区生产总值比重为 11.1%，第二产业增加值比重为 53.2%，第三产业增加值比重为 35.7%。人均地区生产总值 163828 元(按年平均汇率折算为 23249 美元)，比上年增长 19.3%。



图 5.1-1 2019-2023 年地区生产总值及增长速度

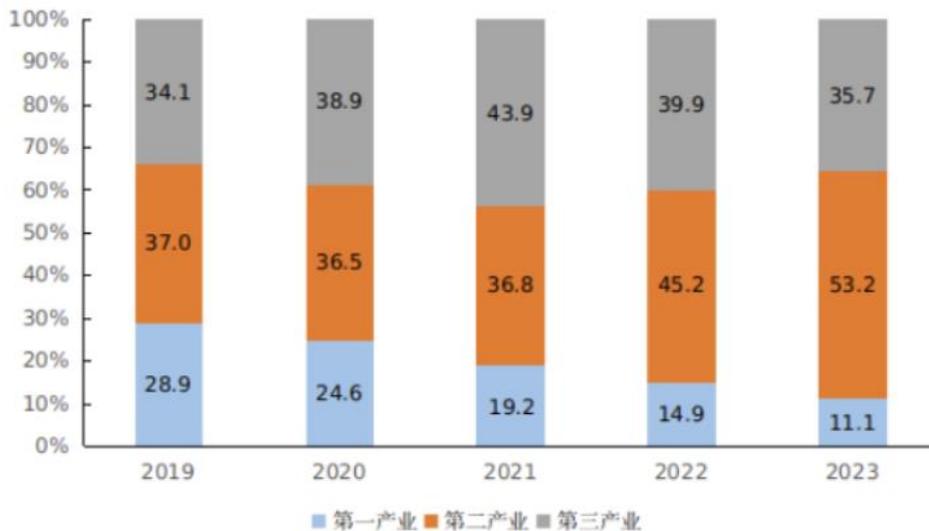


图 5.1-2 2019-2023 年三次产业增加值占地区生产总值比重

全年战略性新兴产业增加值合计 44.75 亿元，比上年增长 79.3%，占地区生产总值比重 35.9%。其中，新一代电子信息产业增加值 3.67 亿元，增长 6.8%；数字与时尚产业增加值 5.97 亿元，增长 6.7%；高端装备制造产业增加值 1.24 亿元，增长 94.0%；绿色低碳产业增加值 32.10 亿元，增长 135.2%；新材料产业增加值 1.13 亿元，增长 10.1%；生物医药与健康产业增加值 0.35 亿元，增长 24.8%；海洋经济产业增加值 0.29 亿元，下降 9.0%。

全区年末常住人口 7.93 万人。其中常住户籍人口 5.11 万人，占常住人口比重 64.4%；常住非户籍人口 2.82 万人，占比重 35.6%。

全年完成一般公共预算收入 6.45 亿元，比上年增长 29.6%；一般公共预算支出 58.22 亿元，剔除上年大额一次性支出因素后，下降 5.4%。

### 5.1.2 海洋产业发展现状

根据《广东海洋经济发展报告（2023）》，广东海洋经济总量已连续 28 年居全国首位，2022 年广东海洋生产总值 1.8 万亿元，同比增长 5.4%，占地区生产总值的 14%，占全国海洋生产总值的 19%。2022 年广东海洋生产总值增速高于地区生产总值增速 1.84 个百分点，海洋经济对地区经济增长的贡献率达到 20.9%，拉动地区经济增长 0.74 个百分点。2022 年，广东海洋三次产业结构比为 3.0:31.9:65.1，海洋第一产业比重同比下降 0.1 个百分点，海洋第二产业比重同比上升 2.6 个百分点，海洋第三产业比重同比下降 2.5 个百分点。海洋制造业增加值 4419.6 亿元，同比增长 6.3%，在海洋经济发展中的贡献持续增强。产业增加值 210.8 亿元，同比增长 18.5%，占海洋产业增加值比重提高到 3.3%。2022 年全省在海洋渔业、海洋可再生能源、海洋油气及矿产、海洋药物等领域专利公开数为 19375 项。2022 年省级促进经济高质量发展专项（海洋经济发展）资金 2.95 亿元，支持海洋电子信息、海上风电、海洋工程装备、海洋生物、天然气水合物、海洋公共服务等 36 个项目关键核心技术攻关。

根据《深圳市海洋经济发展“十四五”规划》，深圳市海洋经济继续保持平稳发展态势，海洋生产总值从 2015 年的 1873.2 亿元增长到 2020 年的 2596.4 亿元。海洋交通运输业、滨海旅游业、海洋油气业、海洋渔业等海洋传统产业占海洋产业比重超过 50%；深圳港口集装箱枢纽港地位不断巩固，2020 年深圳港口集装箱吞吐量达 2655 万标箱，位居世界第四，港口智能化和绿色化水平不断提

高。以海洋工程和装备业、海洋电子信息业、海洋生物医药业、海洋新能源等海洋新兴产业增加值合计占海洋生产总值比重超过 23%。

### 5.1.3 项目所属行业发展现状

跨海大桥是在海上建造的桥梁工程，处于海洋环境，通常规模大，对技术的要求非常高。中国第一座真正意义上的跨海大桥是东海大桥，世界上最长的跨海大桥是港珠澳大桥；中国首座、世界最长的公铁两用跨海大桥是平潭海峡公铁大桥；中国首座设计时速 350 公里的跨海高速铁路桥是泉州湾跨海大桥，世界最长、建设标准最高的高速铁路跨海大桥是杭州湾跨海铁路大桥；世界上规模最大的跨海桥梁群是舟山连岛工程。

中国桥梁跨过山谷和大海，将各地紧密连接在一起。跨江、跨河等大跨度桥梁的建设正成为桥梁工程的发展主流，同时中国开始了跨海工程建设，先后建成了东海、杭州湾、胶州湾和舟山连岛等 10 多个跨海大桥工程。

中国的海岸线总长度 1.8 万公里，居世界第四。这条漫长的海岸线造福了整个东部经济发达地区。由于沿线的岛屿众多，连接大陆和岛屿的跨海大桥，成为这些地区的重要枢纽。数据显示，这条海岸线上一共分布着 35 座跨海大桥，其中已建成通车的有 30 座，在建的还有 5 座，包括即将成为世界上最长跨海大桥的港珠澳大桥。

根据交通运输部的数据，2016 年公路桥梁为 80.53 万座，到 2021 年末为 96.11 万座，我国公路桥梁保持了年均 3.12 万座的速度增长。

### 5.1.4 海域使用现状

通过对项目所在海域周边进行踏勘，并结合搜集到的资料和遥感影像，本项目论证范围内海域开发活动较多，这些用海项目主要分布在近岸海域，主要为渔业用海、交通运输用海和工业用海等。项目所在海域开发利用现状见图 5.1-3 和表 5.1-1。

表 5.1-1 项目所在海域开发利用现状表

序号	项目名称	位置及最近距离	用海类型	用海方式	用海主体	用海期限	备注
1	鲟门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地	东南 2.05km	渔业用海	开放式养殖	xx公司	2014.12.1-2029.12.1	已确权
2	华润海丰电厂“上大压小”新建工程	南侧 3.91km	工业用海	透水构筑物/非透水构筑物/专用航道、锚地及其它/港池、蓄水等	xx公司	2013.5.12-2063.5.12	已确权
3	深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程	南侧 5.73km	交通运输用海	港池、蓄水等/建设填海造地	xx公司	2017.7.24-2067.7.23	已确权
4	汕尾港海丰港区华城石化配套三千吨级泊位码头	西南 8.23km	交通运输用海	港池、蓄水等/非透水构筑物/透水构筑物	xx公司	2017.4.26-2062.4.25	已确权
5	深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤一期工程	南侧 9.61km	交通运输用海	非透水构筑物	xx局		已取得用海批复
6	沙埔桥	东南 1.28km	/	/	/	/	
7	现状厦深铁路赤石河大桥	西北 1.18km	/	/	/	/	
8	赤石河现状航道	项目所在	/	/	/	/	



图 5.1-3 项目附近海域开发利用现状图

### 5.1.5 海域使用权属

项目周边海域已确权的用海项目为鲷门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地，项目申请用海范围与周边其他用海活动均无权属重叠。

## 5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目位于深山特别合作区，项目周围主要开发利用活动用海类型多为渔业用海、交通运输用海和工业用海。

### 5.2.1 对工业用海的影响

项目附近海域工业用海项目为华润海丰电厂“上大压小”新建工程，位于本项目南侧约 3.91km 处。华润海丰电厂“上大压小”新建工程为燃煤发电工程，靠近航道和防波堤一侧为其港池和防波堤，该项目排水口及其温排水用海范围位于其项目东北侧，电厂取水口位于其港池内部。

本项目对华润海丰电厂“上大压小”新建工程温排水温升影响较小的影响，根据本项目悬沙数值模拟结果，悬沙扩散主要集中在项目附近，对华润海丰电厂“上大压小”新建工程取水水质不会产生明显影响。

### 5.2.2 对渔业用海的影响

项目附近海域渔业用海项目为鲷门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地，位于本项目东南侧 2.05km 处。根据本项目悬沙数值模拟结果，悬沙主要集中在项目附近，未扩散到鲷门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地用海范围内，对海贝类养殖所需的贝类养殖海水水质影响较小，因此，本项目建设对鲷门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地项目影响较小。

### 5.2.3 对交通运输用海的影响

#### (1) 深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程

深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程位于本项目南侧 5.73km 处，该项目用海方式为港池、蓄水等和建设填海造地，港池作为船舶停泊场所，对水质要求较低，本项目建设主要是施工期围堰和桥墩桩基施工产生的悬浮泥沙，根据数模结果，悬沙扩散仅集中于工程附近，不会对该项目造成影响，因此，项目施工期不会对港池水质产生影响，该项目已完成建设填海造地，本项目建设也不会对后方陆域产生影响。综上，本项目建设对深汕特别合作区小漠国际物流港一期工

程基本无影响。

#### (2) 汕尾港海丰港区华城石化配套三千吨级泊位码头

汕尾港海丰港区华城石化配套三千吨级泊位码头（以下简称“汕尾港海丰港区泊位码头”）位于本项目西南侧 8.23km。汕尾港海丰港区泊位码头相对规模较小，未设置防波堤，目前已停止使用。项目建设对其无影响。

#### (3) 深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤一期工程

深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤一期工程位于本项目南侧 9.61km，深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤一期工程目前处于施工阶段，本项目位置距离该项目较远，本项目施工期及运营期均不会对该项目造成影响。

### 5.2.4 对沙埔桥的影响

沙埔桥位于本项目东南侧 1.28km 处，为现状连接赤石河两侧的通道，该桥梁为小漠镇 S387 省道的一部分，为两车道桥梁。本项目施工不会对沙埔桥产生影响。

### 5.2.5 对厦深铁路赤石河大桥的影响

厦深铁路赤石河大桥位于本项目西北侧 1.18km 处，本项目施工期间运输装备不涉及经过此桥进行物料运输，因此，本项目建设对厦深铁路赤石河大桥影响较小。

### 5.2.6 对深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区的影响

深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区属于内陆湿地和水域生态系统类型的自然保护区，主要保护对象为真鲷、黑鲷、鲈鱼、鳊鱼、鳊鲃、锯缘青蟹，以及虾、贝类等重要经济种类及其产卵场和孵育场等特殊海洋生态系统。

本项目桥梁工程以桩基结构跨越该保护区，涉及桥墩桩基占用该保护区的面积为 0.1886 公顷，同时，在桥梁建设过程中将搭建临时围堰，桥梁桩基及围堰工程用海直接占压海域将造成工程区域内底栖生物死亡。本项目围堰工程为桥梁工程建设过程中的临时设施，桥梁工程完工后将拆除，桥梁桥墩对自然保护区的占用为永久性的，对该范围内底栖生物的影响也是永久性的，围堰搭建及桥梁桥墩施工期打桩作业将扰动底质产生悬沙，造成以浮游生物为主的海洋生物资源损失。施工悬沙对水质的影响属于短期环境效应，随着工程作业的结束，水质将逐渐恢

复，随之而来的便是生物的重新植入。浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需的时间较短，有资料表明，浮游生物群落的重新建立只需几周时间，游泳生物由于活动能力强，也会很快进入作业点。对于施工造成的海洋生物资源损失，建设单位将采取以增殖放流为主的生态补偿修复措施对受损的资源量进行恢复。因此施工期对自然保护区的影响相对较小。

此外，运营期也需加强工程两侧海域生态环境的监测，减少运营期对自然保护区的影响。

### 5.2.7 对赤石河航道的影响

本节引自《深汕特别合作区赤石河望鹏大桥航道通航条件影响评价报告（报批稿）》（xx 公司，2021 年 3 月）中的相关结论。

赤石河航道维护等级为内河七级，航道维护尺度为 0.9m×24m×130m（水深×宽度×弯曲半径）。根据广东省交通厅《关于公布广东省内河VIII、IX级航道技术等级评定方案的通知》（粤交基函〔2000〕411 号文），赤石河（赤石～沙浦）12km 规划为内河IX级航道，通航 20 吨级船舶。

根据方案设计说明，拟建桥梁的通航净空尺度满足标准要求，通航孔已涵盖船舶习惯航路及航道深槽，拟建大桥的桥墩布置方案对船舶通航影响较小。拟建桥梁对水流六台、桥区河段的平面形态、深槽位置的影响不大，桥梁的修建不会对桥址河段的河势产生不利影响，预留的净高能满足内河七级航道的通航要求，因此工程建设对航道通航条件的影响较小。

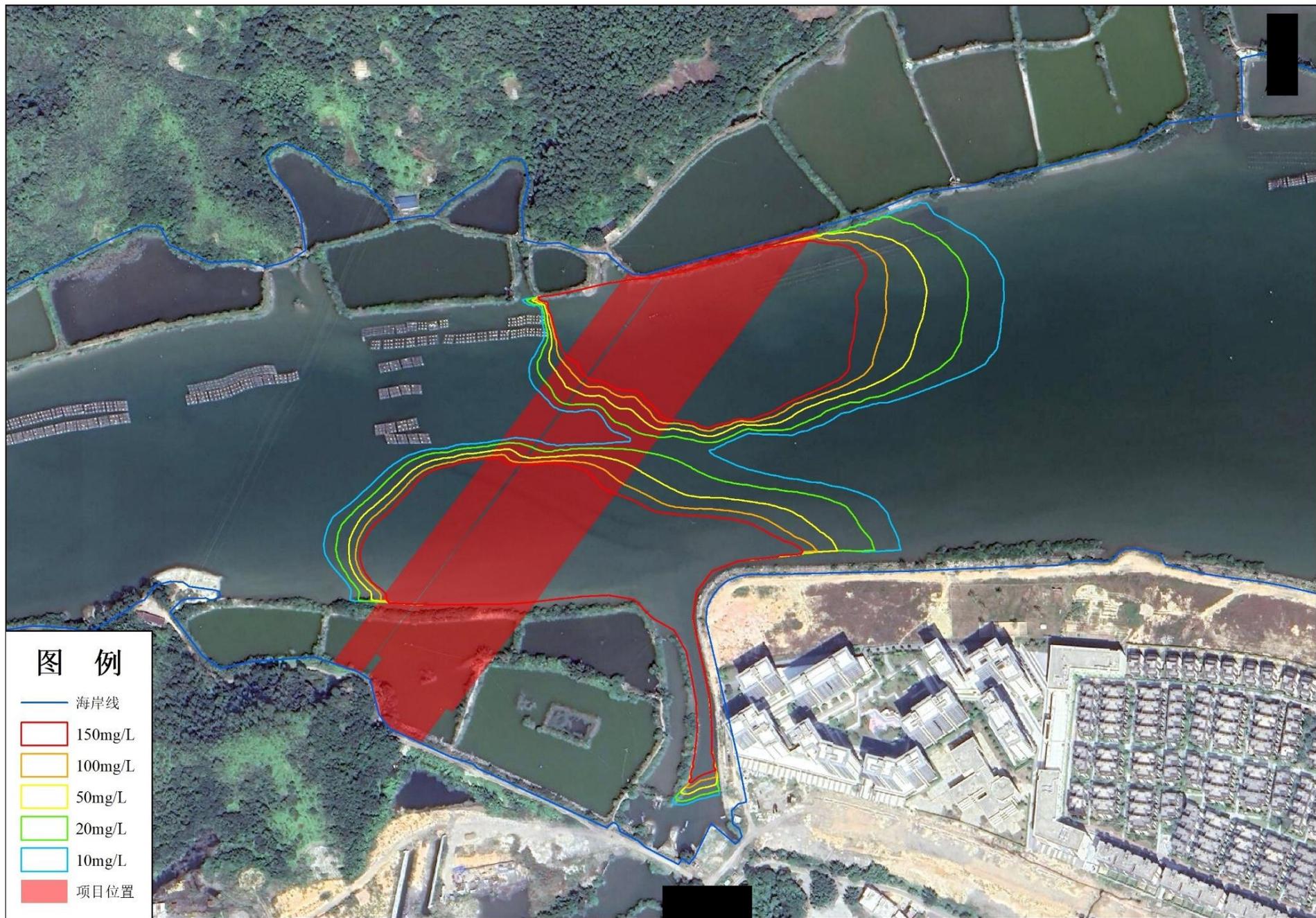


图 5.2-1 浮泥沙扩散范围与周边用海活动的叠置图

### 5.3 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发者、利益者，即与论证项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果，项目用海与周边用海活动的利益关系见表 5.3-1。

表 5.3-1 项目用海与周边用海活动的利益相关者一览表

序号	用海项目	利益相关者或协调责任部门	海域使用类型	方位关系	利益相关内容	是否列为利益相关者或协调责任部门	影响程度
1	鲘门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地	xx公司	渔业用海	东南 2.05km	海水水质	否	较小
2	华润海丰电厂“上大压小”新建工程	xx公司	工业用海	南侧 3.91km	海水水质	否	基本无影响
3	深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程	xx公司	交通运输用海	南侧 5.73km	悬沙	否	基本无影响
4	汕尾港海丰港区华城石化配套三千吨级泊位码头	xx公司	交通运输用海	西南 8.23km	悬沙	否	基本无影响
5	深汕特别合作区小漠国际物流港防波堤一期工程	xx局	交通运输用海	南侧 9.61km	施工建设	否	基本无影响
6	沙埔桥	/	/	东南 1.28km	通航	否	基本无影响
7	现状厦深铁路赤石河大桥	/	/	西北 1.18km	通航	否	较小
8	赤石河现状航道	海事主管部门	/	项目所在	通航	是	较小
9	深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区	深圳市保护区管理处	/	项目所在	项目占用	是	项目占用

根据 5.2 小节影响分析，本项目施工期围堰和桥墩桩基施工会产生悬浮泥沙，悬浮泥沙扩散到周围海域时，可能会对周围的用海活动产生影响。根据悬沙数值模拟分析，项目周边开发活动距离本项目较远，项目施工和运营基本不会产生影

响。此外，项目建设占用深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区，施工期和运营期将对该保护区产生一定的影响。

通过分析项目用海对周边开发利用活动的影响，按照利益相关者的界定原则，本次论证报告无利益相关者，协调责任部门为海事主管部门和深圳市保护区管理处。

## 5.4 相关利益协调分析

本项目无利益相关者，协调责任部门为海事主管部门和深圳市保护区管理处。

表 5.4-1 项目用海的利益协调情况一览表

序号	用海项目	利益相关者或协调责任部门	协调内容	协调方案
1	赤石河现状航道	海事主管部门	通航	沟通协作
2	深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区	深圳市保护区管理处	项目占用	沟通协作

### (1) 与海事主管部门的协调分析

本项目工程区域主要位于赤石河道内，水上施工活动时间较长，因此，建议建设单位审批前与海事主管部门进行充分沟通，取得海事管理部门建设同意意见，并在海事主管部门协助下，制定有效的安全保障措施，在项目施工区域设置明显的交通标志，加强水域综合管理，发现存在影响附近水域通航安全的情况时，及时上报海事主管部门，保证项目附近海域船舶的海上交通安全。

### (2) 与深圳市保护区管理处的协调分析

根据《深圳市深汕特别合作区管理委员会关于深圳深汕九龙生态市级自然保护区范围和功能区调整的公示》和《鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程和深汕特别合作区小漠国际物流港（一期）陆域形成及配套路网建设项目——红海大道（小漠镇新寨乡村至深汕大道）道路建设工程生态环境影响信息公示》，拟将本工程在九龙湾自然保护区的桥墩永久占用面积调出保护区范围，调出区域面积共 0.1886 公顷，占保护区面积的 0.021%。

桥墩永久占用范围调出保护区后，保护区范围将出现多个斑块，但保护区面积仍相对完整，对保护区整体的影响较小，对主要保护对象、海水水质、水域环境、生物多样性等影响均相对较小。

因此，在保护区范围调整后，本项目占用保护区情况将有所改变，桥梁桥墩将不再占用保护区，但调整后的保护区范围未有相应主管部门的批复文件，因此，

建议建设单位与深圳市保护区管理处积极进行沟通协调,争取项目建设的一致性意见,推进保护区调整工作和项目的顺利展开。

# 工程与深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区 位置关系图

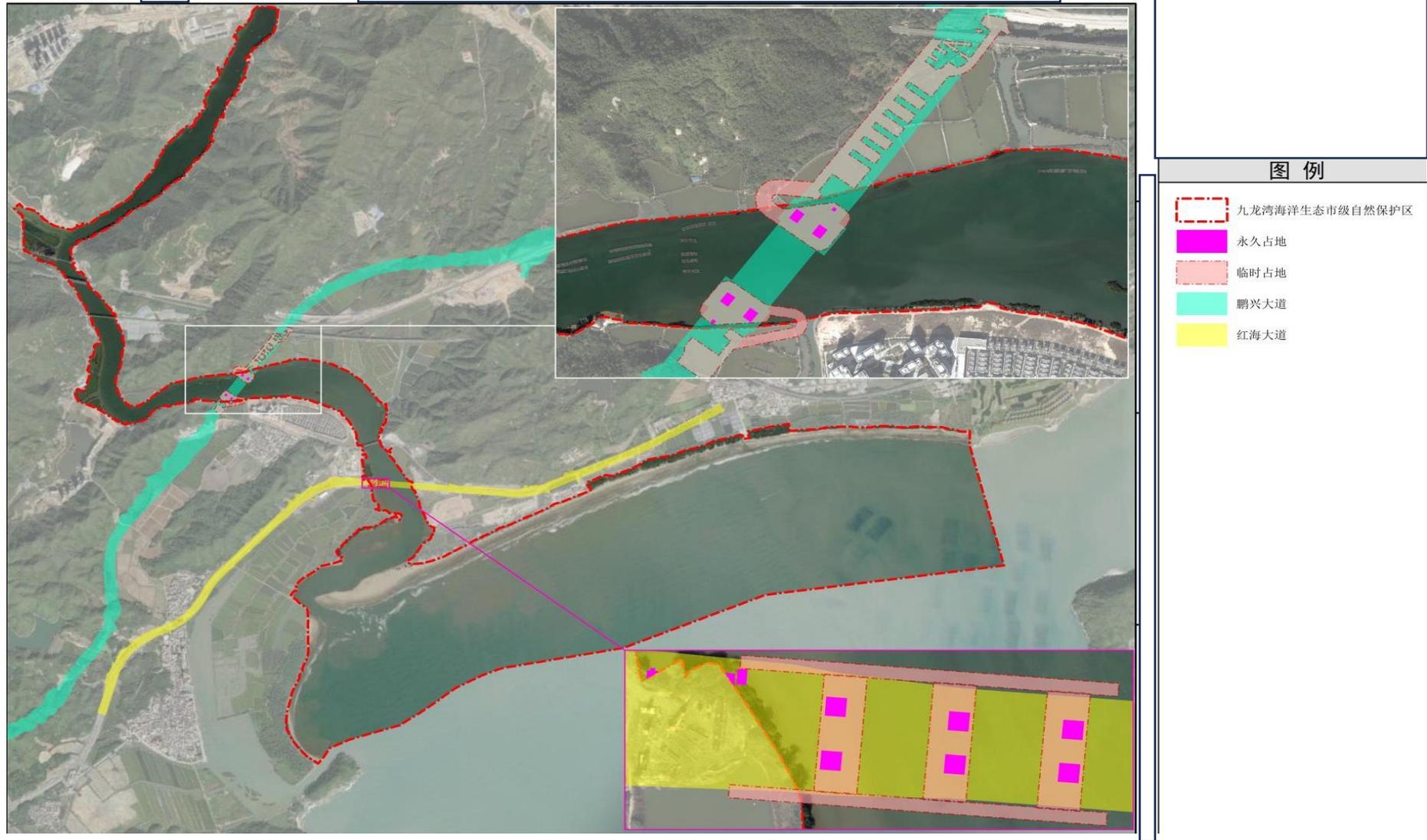


图 5.4-1 工程与深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区位置关系图

深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区调整后功能区划图

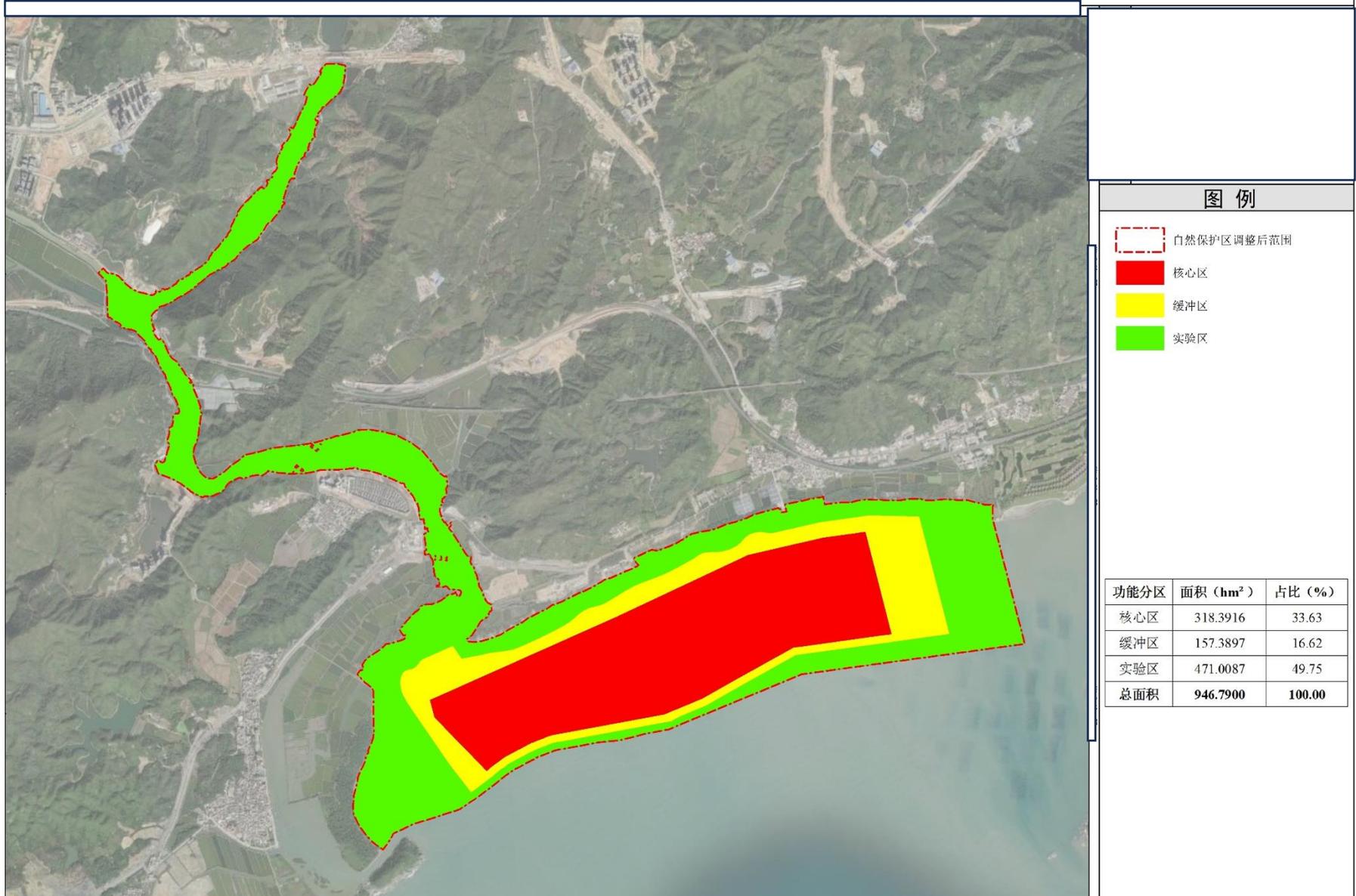


图 5.4-2 深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区调整后功能区划图

## 5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

### 5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

项目用海及其毗邻海域没有国防设施，项目所属海域没有军事机密或军事禁区，不涉及军事设施，远离军事训练区。项目建设不会对国防安全、军事行为产生不利影响。

### 5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析

海域是国家的资源，任何使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。本项目建设对国家权益不会产生影响。

项目用海没有涉及到领海基点，也没有涉及国家秘密，不会对国家海洋权益产生影响。

## 6 国土空间规划符合性分析

### 6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析

#### 6.1.1 项目用海与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

2023年8月18日，国务院批复《广东省国土空间规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》），《规划》是广东省空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据，请认真组织实施。广东省是改革开放的排头兵、先行地、实验区，是向世界展示我国改革开放成就的重要窗口。《规划》实施要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，坚持以人民为中心，统筹发展和安全，促进人与自然和谐共生，为扎实推进中国式现代化提供广东实践。

根据《规划》，本项目部分位于海洋开发利用空间，部分位于海洋生态保护红线内。

《规划》中明确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。

本项目跨海桥梁用海属于交通运输用海，其建设可填补深汕特别合作区南北向道路交通短缺问题，施工围堰属于桥梁工程建设过程中的临时设施，主体工程完工后将拆除，管道工程属于桥梁工程的附属工程，建成后可完善小漠片区的基础设施建设。项目用海占用深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区生态保护红线，但符合《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）和《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）》（粤自然资规字〔2023〕6号）中生态保护红线内明确的10种允许有限人为活动中的第6种情形：“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建设、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。”自然资发〔2022〕142号文和粤自然

资规字〔2023〕6号文指出，若新增项目用海符合生态保护红线内明确的10种有限人为活动中的认定情形，在项目报批阶段**必须附省政府出具的“项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”**（以下简称“认定意见”）。目前，建设单位已委托相关技术单位开展本项目用海符合生态保护红线内允许有限人为活动的专题评价工作，在取得广东省政府出具的认定意见后，将作为本项目用海报批的附件。

综上，项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035）》。

### 6.1.2 项目用海与《深圳市国土空间总体规划（2020-2035年）》（草案）的符合性分析

《深圳市国土空间总体规划（2020-2035年）》（草案）中提出“加快建设深圳都市圈”。

深汕特别合作区属于深圳的“一主三副”中“三副”都市圈之一，而本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，涉海内容包括鹏兴大桥、管道工程及临时施工围堰。施工围堰属于桥梁工程建设过程中的临时设施，主体工程完工后将拆除，管道工程属于桥梁工程的附属工程，建成后可完善小漠片区的基础设施建设，以上建设内容均属于公路网建设，符合《深圳市国土空间总体规划（2020-2035年）》（草案）的规划要求。

### 6.1.3 项目用海与《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）》（草案）的符合性分析

《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）》（草案）中提出“打造区域协调发展示范区”。另外，规划中还提到“预留百万人口城市路网格局”，在规划预留的城市路网中，**鹏兴大道包括于其中**。

本项目为鹏兴大道建设工程，项目建成后将改善深汕合作区内南北向道路交通不足的现状，属于重大交通设施建设。根据深汕合作区农业农村局提供的项目用海与深汕合作区用海分区矢量叠加结果，本项目用海位于生态保护红线区内，但本项目已被纳入《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）》中预留的城市路网建设体系。且项目用海符合《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）和《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）》（粤自然资规字〔2023〕6号）中生态保护红线内明确的10种允许有限人为活动中的第6种情形：“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建设、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。”自然资发〔2022〕142号文和粤自然资规字〔2023〕6号文指出，若新增项目用海符合生态保护红线内明确的10种有限人为活动中的认定情形，在项目报批阶段**必须附省政府出具的“项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”**（以下简称“认定意见”）。目前，建设单位已委托相关技术单位开展本项目用海符合生态保护红线内允许有限人为活动的专题评价工作，在取得广东省政府出具的认定意见后，将作为本项目用海报批的附件。

因此，本项目建设符合《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）（草案）》要求。

#### 6.1.4 项目用海与“三区三线”的符合性分析

2022年10月14日自然资源部办公厅下发《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），中明确，“广东省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。”根据“三区三线”划定成果，本项目与其位置关系如图6.1-3。

本项目海域部分不占用永久基本农田和城镇开发边界，占用部分“三区三线”划定的生态保护红线（深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区）。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）和《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）》（粤自然资规字〔2023〕6号），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；生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，仅允许《通知》中明确的10类允许有限人为活动。本项目为线

性基础设施建设，不属于开发性、生产性建设活动，符合《通知》中的“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建设、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。”自然资发〔2022〕142号文及粤自然资规字〔2023〕6号文指出，若新增项目用海符合生态保护红线内明确的10种有限人为活动中的认定情形，在项目报批阶段必须附省政府出具的“项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”（以下简称“认定意见”）。目前，建设单位已委托相关技术单位开展本项目用海符合生态保护红线内允许有限人为活动的专题评价工作，在取得广东省政府出具的认定意见后，将作为本项目用海报批的附件。

项目桩基会占用生态红线区，打桩过程中会自然保护区内部分底栖生物生境被破坏及生物资源的损失，但本项目用海面积相对于整个保护区来说很小，且海域部分施工期较短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围主要集中在工程区附近，随着施工结束工程区周边的水质将逐渐恢复至原先水平。项目建设完成后，业主单位将配合相关部门采取增殖放流等生态修复措施恢复保护区内受损的海洋生物资源。燃气管线采用定向钻方式施工，对海域环境基本无影响。因此，本项目建设对保护区的生态功能影响较小。

项目建设符合《深圳市国土空间总体规划（2020-2035年）》（草案）、《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）（草案）》。

综上，本项目用海符合广东省生态保护红线。

### 6.1.5 项目用海与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性分析

2017年11月，广东省人民政府和原国家海洋局联合印发《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（以下简称《规划》）。《规划》将广东省海域划分成海洋生态保护红线、海洋生物资源保护线、围填海控制线“三线”，海洋生态保护红线中要求“严格落实《广东省海洋生态红线》中的各类管控措施”。

本项目跨海桥梁的桥身、桥墩以及桩基、施工围堰等涉及的海岸线长共约230m，项目用海实际形成岸线永久占用的仅为桥梁工程部分桩基，占用人工岸线长度约为6.7m，对岸线资源影响较小。本项目施工围堰为桥梁附属工程，其建

设主要为方便桥梁施工，确保施工人员安全，施工围堰在项目完成后拆除，不涉及长期占用岸线资源。燃气工程管道施工采用定向钻工艺下穿赤石河，未改变岸线的自然形态和生态功能，不实际占用岸线资源。鹏兴大道为城市快速路，属于交通基础设施建设，贯穿深汕特别合作区南北，对加速形成合作区的骨架路网，推动合作区的大开发、大建设、大发展有举足轻重的意义。

综上，本项目用海符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

## 6.1.6 项目用海与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》

### 符合性分析

2023年5月，广东省自然资源厅印发《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（以下简称《生态修复规划》）。《生态修复规划》中提到“港产城融合，建设世界一流沿海经济带”。

本项目位于深汕特别合作区，同时位于珠三角沿海经济带。项目建设可推动合作区的大力发展，对珠三角地区发展同样具有推动作用，因此，项目用海符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》。

## 6.2 项目用海与其他相关规划的符合性分析

### 6.2.1 项目用海与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

《广东省海洋主体功能区规划》依据主体功能，将广东省海域划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域四类区域。本项目位于重点开发区域。

本项目的建设是深汕特别合作区发展的需要，对推动合作区的大开发、大建设、大发展具有举足轻重的意义。同时，项目位于海域部分采用跨海桥梁的形式，不占用砂质岸线。本项目社会和经济效益显著，工程的建设将推动整个合作区的快速发展。

综上，本项目用海符合《广东省海洋主体功能区规划》。

## 6.2.2 项目用海与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》中规划了“十四五”期间的重大工程项目，其中包括建设深汕特别合作区。

表 6.2-1 广东省海洋经济发展“十四五”规划重大工程项目

(三) 粤港澳大湾区海洋经济合作示范区工程			865	
1	国家级新区和功能平台	建设广州南沙新区、深圳前海深港现代服务业合作区、珠海横琴、汕头华侨经济文化合作试验区、中新广州知识城、广州临空经济示范区。	365	2014—2024
2	省级新区和功能平台	建设广州人工智能与数字经济试验区、珠海西部生态新区、汕头海湾新区、惠州环大亚湾新区、惠州潼湖生态智慧区、汕尾新区、东莞水乡特色发展经济区、东莞粤海银瓶合作创新区、东莞滨海湾新区、中山翠亨新区、江门大广海湾经济区、阳江滨海新区、湛江海东新区、茂名滨海新区、潮州新区、揭阳滨海新区等。	300	2012—2025
3	经济合作区	建设深汕（尾）特别合作区、深河产业共建示范区、珠江口西岸高端产业集聚发展区、汕潮揭临港空铁经济合作区、粤桂合作特别试验区、粤闽经济合作区、琼州海峡经济带等。	200	2013—2026

项目建设可以加快深汕特别合作区的发展，对合作区开发具有重大意义。因此，项目用海符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》。

## 6.2.3 项目用海与《深圳市综合交通“十四五”规划》的符合性分析

《深圳市综合交通“十四五”规划》中对于深汕特别合作区的交通基础设施建设提出要求，要“高标准推进深汕特别合作区交通基础设施建设”。

本项目作为贯穿合作区南北向的城市快速路，是合作区“字型”城市快速路网之一，对加速形成合作区的骨架路网，推动合作区的大开发、大建设、大发展

有举足轻重的意义。

项目用海符合《深圳市综合交通“十四五”规划》。

#### 6.2.4 项目用海与《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中提出“聚焦城乡融合，打造高质量发展新城”。

本项目为鹏兴大道的一部分，作为深汕特别合作区的快速路之一，对构建合作区骨干路网具有重要意义，有利于加强城乡之间的联系，有助于合作区的快速发展。

综上，本项目用海符合《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。

#### 6.2.5 项目用海与产业结构的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“二十二、城镇基础设施”中的“1.城市公共交通：城市公共交通建设，**城市道路及智能交通体系建设**，城市交通管制系统技术开发及设备制造，城市轨道交通新线建设，既有停车设施改造，停车楼、地下停车场、机械式立体停车库等集约化的停车设施建设，停车场配建电动车充换电设施”，是国家鼓励、支持建设的项目，符合国家产业政策要求。

## 7 项目用海合理性分析

### 7.1 用海选址合理性分析

#### 7.1.1 区位和社会条件适宜性分析

##### (1) 区位条件

本项目位于深汕特别合作区小漠片区，合作区距离深圳市中心约 100 公里，处在深圳 1 小时交通圈内，地理位置优越，区位优势明显。合作区范围内有现状潮莞高速、深汕高速、规划河惠汕高速，交通方便。本工程水路、陆路运输十分便捷。海路距香港 60 海里，北靠 324 线广汕公路、深汕高速公路（距离不到 14km）。西北与惠东县相接，南眺南海，水陆交通便捷。

##### (2) 外部配套条件

工程所需砂石料、可在当地就近解决，据调查，合作区及周边的汕尾市、海丰县均有多处砂石在开采，可作为桥涵和路基防护工程用料，部分石料可作为路面材料，还可按需加工，供应各种规格的碎石。工程所需沥青、水泥、钢材等外购材料可就近由惠州、汕尾供货。工程用水、电方面，道路周边地表水体较为发育，项目沿线周边均有现状村镇，可通过其接电，但对大型预制场、搅拌站等用电量大的施工场站，建议与合作区供电部门联系，在供电部门的指导下，合理选择场站位置，增设独立变压器取点。

本项目工程区附近有多家技术力量雄厚，施工设备、机具齐全的航务工程专业施工队伍，可承担该项目的施工。

本项目具有优越的区位条件、完善的各种外部协作条件。因此，从区位条件来看，本项目选址是适宜的。

#### 7.1.2 自然资源和生态环境适宜性分析

##### (1) 自然资源适宜性分析

项目所在的深汕特别合作区小漠片区位于汕尾市西南部，项目所在区域属亚热带季风气候，海洋性气候特色明显。气候温暖，雨量丰沛，干湿明显，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热。汕尾市降雨南多北少、阶段旱涝明显；初台偏早，台风影响轻，汛期总雨量占全年雨量 94%。气候适宜，利于项目建设。

## （2）水文动力条件适宜性分析

鹏兴大道总体为南北走向，沿途与小漠河、南君寮河、赤石河、大湾溪相交。其中小漠河、赤石河为现状河道，其余为规划河道，与河道相交位置以桥梁形式通过。本项目涉海工程为鹏兴大桥（跨越赤石河段）、燃气管道（下穿赤石河段）以及临时施工围堰，由于河道的天然掩蔽作用，工程受外部海域的海流及风浪影响作用较小。拟建工程河段顺直，稳定、河槽明显，不在分叉、汇合、急弯等。河流流速缓慢，水位较低，河床稳定，适宜跨河桥梁建设及燃气管道下穿海底敷设施工。

## （3）生态环境适宜性分析

根据该海域的海洋环境现状调查结果，项目区域海水水质现状良好；评价海域表层沉积物质量现状良好。

项目所在海域浮游植物、浮游动物多样性指数优良，潮间带生物和游泳生物的密度相对较好，生物多样性指数一般。项目建设会对选址海域生态环境产生一定不利影响，但损失海洋生物均为常见物种，不会造成该海域海洋生态环境的恶化，项目建设单位在做好生态补偿的基础上，选址海域的生态环境能够适应本工程用海。

## （4）工程地质条件适宜性分析

根据本次勘探资料及区域地质资料，该拟建场地存在地震断裂、滑坡、崩塌和泥石流等不良地质作用和地质灾害，但不存在岩溶且无埋藏的河道、沟浜、防空洞等对工程不利的地下埋藏障碍物，场地稳定性评价属于较不稳定场地；场地少部分地段存在松散填土层、软弱土层、液化土，属于抗震不利地段；其他地段大多穿越丘陵，地层物理力学性质较好，开挖可直接作为路基持力层，根据行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ57-2012）定性评定：该工程建设适宜性划分为适宜性一般。软土及液化土地段地基经过特殊处理后，适宜建设。

## （5）水深条件适宜性分析

本项目所在海域平均水深在-3.95~1.21m（高程基准面为1985国家高程），工程所在海域泥沙来源少，水体含沙量较小，海床总体稳定，海底地形地貌及工程地质条件满足本工程建设。

综上所述，项目区域气候适宜，水深条件较好，地形有利于项目建设。

### 7.1.3 与周边用海协调性分析

本项目周边的用海类型主要为农渔业用海、交通运输用海、工业用海。施工期间产生的悬沙基本不会对周围的用海活动产生影响。

综上，从周边用海活动角度看，本项目选址是合理的。

### 7.1.4 用海选址方案比选分析

#### (1) 桥梁工程用海选址比选分析

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，路线起于通港大道东侧，终于接科教大道，沿线与通港大道、疏港大道、创新大道、宜城大道、科教大道等主干路交叉，下穿深汕高速、厦深高铁。其中涉海工程为创新大道至宜城大道段中的鹏兴大桥工程（跨越赤石河段）以及燃气管道工程（下穿赤石河段）。

创新大道宜城大道段需跨越赤石河、厦深铁路、深汕高速及鹏兴-宜城立交，依据现状及宜城大道设计情况，提出三个线位方案：方案一（红线、推荐）、方案二（蓝线）、方案三（紫线）。

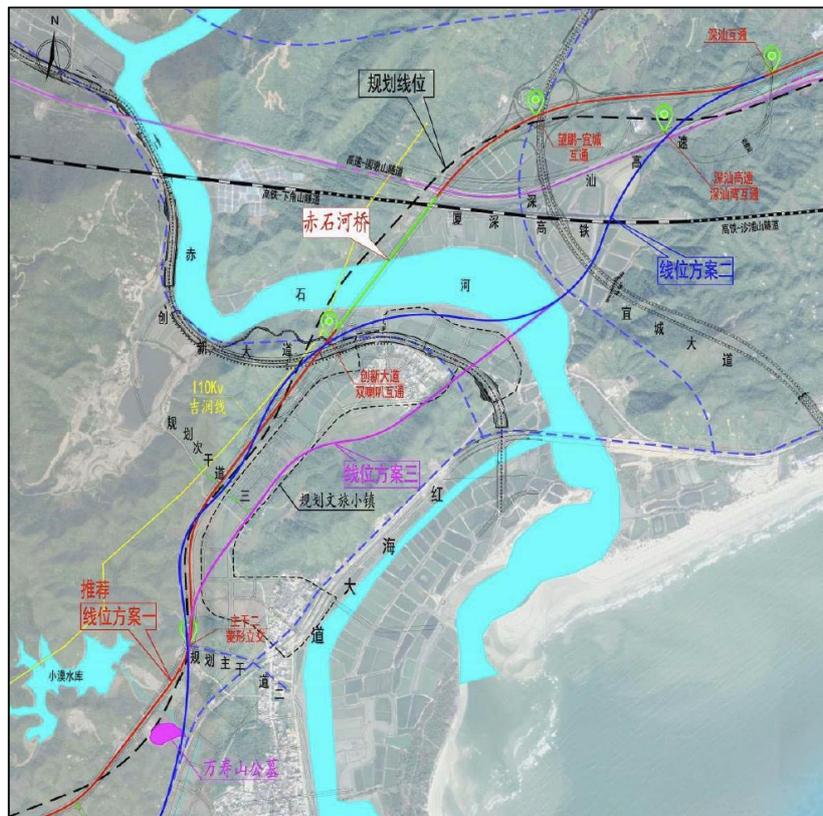


图 7.1-1 创新大道至宜城大道段平面线位图

规划线位：规划线位在跨越赤石河后，在厦深高铁下角山隧道、深汕高速圆墩山隧道洞口上方以桥梁方式上跨后向东展线，考虑到上跨高速铁路需采用转体桥梁方式，且征得铁路部门的批复周期长，协调难度大。另如需满足铁路净空，转体桥梁高后，道路标高离地约 25m 高，与宜城大道衔接困难，可行性低。

本次设计线位下穿高铁、下穿高速，协调深汕高速改扩建项目改成设计桥梁，为鹏兴大道预留下穿条件，可降低与铁路部门的协调难度，利于项目顺利推进。  
方案一（红线、推荐方案）：线路为满足路线指标要求，在规划线位基础上适当往东偏移，上跨赤石河后，在厦深铁路隧道洞口以东的现状赤石港特大桥下实现下穿、再下穿深汕高速，后在深汕高速北侧展线。本线路为宜城大道节点设置立交预留了较好的条件，同时考虑了创新大道立交节点预留条件。

方案二（蓝线）：线路在赤石河以南基本采用规划线位，在现状 X121 道的小漠大桥上游约 400m 处跨越赤石河，下穿厦深高铁，上跨深汕高速及其互通立交至深汕高速北侧展线。缺点：对文旅小镇的规划调整较大；与宜城大道、创新大道节点设置立交条件较差，且离宜城大道隧道口较近，对路网规划调整较大。

方案三（紫线）：线路在赤石河以南段线位调整至南侧山脚下，跨河后接方案二。缺点：对文旅小镇的规划调整较大，对规划地块分割严重；与宜城大道、创新大道节点设置立交条件较差，对路网规划调整较大。

经以上分析，方案一（红线）除下穿深汕高速处标高稍低外，其他各方面均优于比选方案，因此作为推荐方案。

## （2）燃气管道工程用海选址唯一性分析

本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，管径为 DN400，位于海域的部分仅为跨越赤石河段。燃气管经鹏兴创新连接道绕行至现状山体底部，在鹏兴大桥西侧采用定向钻施工工艺穿越赤石河，穿越后经大桥北岸人行道直埋绕行回主线道路敷设。由于鹏兴大道工程选线已定，故燃气管道工程选址具有唯一性。

## （3）围堰工程用海选址唯一性分析

本项目围堰工程为桥梁工程的辅助工程，在桥梁工程选线已定的情形下，本项目围堰工程选址具有唯一性。

## 7.2 用海平面布置合理性分析

### (1) 桥梁工程桥型选择

#### ①通航标准

2021年，广东省东江航道事务中心在《广东省东江航道事务中心关于深汕特别合作区赤石河鹏兴大桥涉及航道技术意见的复函》（东航道〔2021〕139号）中正式批复，鹏兴大桥涉及的赤石河航道维护等级为内河Ⅶ级，通航孔净宽应不小于65米、净高应不小于4.5米。设计最高通航水位为2.63米（最高潮位频率5%的潮位），设计最低通航水位为-0.33米。根据合作区相关会议上确定的鹏兴大桥预留Ⅳ级航道通航条件的意见，鹏兴大桥以四级航道标准进行预留，根据通航评价编制单位的测算，大桥单孔双向通航孔净宽应不小于126米，净高应不小于8米。

#### ②泄洪与红树林保护要求

根据《广东省深汕特别合作区防洪（潮）排涝、水系专项规划修编》中的数据，赤石河规划防洪标准为200年一遇。根据《规划》中河道平面图可知，鹏兴大桥在里程25437处跨越赤石河，位于南君寮河汇入口上游约232m处。为减小跨河结构物对赤石河泄洪能力的影响，应尽量减少河中墩的数量，以减小跨河结构物的阻水面积。鹏兴大桥位于九龙湾海洋生态市级自然保护区红线范围内，若减少主跨，则河中桥墩增多，阻水面积增大，赤石河泄洪能力降低，势必要进行河道断面补偿来弥补，如此将对桥位处附近河岸的生态红树林造成极大破坏。考虑生态保护，鹏兴大桥以较大跨径过河的方案是合理的。

#### ③景观需求

赤石河是深汕合作区的第一大河，发源于北部山区，向南贯通城区全境，经小漠镇注入小漠湾，全长约36.8公里，流域总面积382平方公里。赤石河是区域核心的生态景观长廊，集中了山体、原生林地、鸟类栖息地、滨海湿地、沙滩等多种生态要素，构成系统化的线性自然景观。基于以上背景，深圳市深汕特别合作区管理委员会联合深圳市规划和自然资源局组织开展赤石河一河两岸规划设计国际咨询工作，希望以国际视野和创新理念积极谋划赤石河沿岸的发展蓝图，在保证水安全、水生态、水环境的基础上，营造滨水生活，提升滨水景观。作为

河面上仅有的建筑物，跨河桥梁的景观具有非常重要的价值。作为加快推进深山合作区发展的重大基础设施，鹏兴大道等多条新建、在建快速路、主干路受到社会各界的广泛关注。做好跨河桥梁的景观设计，做到“一桥一景”，提升赤石河一河两岸的滨水景观，是社会各界的关切诉求。

基于以上 3 个主要的因素，鹏兴大桥拟按景观桥梁进行设计，以特大跨度跨越河道，适用的桥型有：斜拉桥、悬索桥、拱桥等。为做出与上下游各新建桥梁景观的差异性，鹏兴大桥主要设计方向为双塔斜拉桥。经多次研究、探讨，综合提出以下三个方案：

方案一（推荐方案）：飞鸟鹏兴，双塔（斜塔）斜拉桥



方案二（比选方案）：明灯引路，双塔悬索桥



方案三（比选方案）：火炬传承，双塔（直塔）斜拉桥



经过多轮比选，在 2019 年 4 月合作区相关会议上**确定方案一的双塔斜拉桥作为推荐方案设计桥型。**

### (2) 主桥平面布置合理性

赤石河 200 年一遇防洪水位 4.7m，跨赤石河的鹏兴大桥按景观桥梁设计，结合景观需要，桥下兼顾四级通航要求。赤石河的通航航道暂按位于河道中心，最不利通航水位为 200 年一遇洪水水位 4.7m 考虑。依据《内河通航标准（GB50139-2014）》合作区位于珠江三角洲，在“珠江三角洲直港澳内河水上新建筑物通航净空尺度中”规定四级通航净空要求 8m。综合以上因素，赤石河桥梁底高程不得高于： $4.7+8=12.7\text{m}$ ，同时综合桥梁与河道呈 50 度夹角，最大主跨 222m 所需梁高不小于 3m 的要求，通航孔处桥面设计标高不得低于  $12.7+3=15.7\text{m}$ ，通航孔往两端桥面高程逐渐减小，在赤石河主跨桥中部 K5+392 处设变坡点，变坡点高 19.641m，往西设 1.5% 的纵坡、往东设 1.5% 的纵坡，在通航界限内最小路面设计标高 17.3m，可满足四级通航要求，同时满足特大桥桥梁纵坡不大于 4% 纵坡的规定。

主桥为双塔混合梁斜拉桥，跨径布置为 62+50+222+50+62m，桥梁总长度 446m，全桥面宽 48.45m，梁高 3m，桥梁高程为 15.831~18.966m，主梁为钢-砼叠合梁。本项目桥梁工程平面布置满足通航要求，同时桥梁桩基已最大程度避让红树林，桥梁工程平面布置是合理的。

### (3) 引桥平面布置合理性

本项目线位自然地形起伏不大，全线水系较为密集，拟定桥型方案主要考虑的因素有：经济性、景观性、适用性、施工方案对既有道路交通的影响及影响周期等因素。结合实际情况，将现浇箱梁、小箱梁和钢箱梁作为全线常规桥梁的比

选桥型，桥型特点如下：

表 7.2-1 桥型比选一览表

桥型	现浇箱梁	小箱梁	钢箱梁
经济性	造价中等	造价较低	造价最高
跨径适应性	适用于中小跨度桥梁，跨径适应性强	适用于20、25、30、35和40m跨径，跨径适应性差	适用于中大跨度桥梁，跨径适应性强
平面线型适应性	对变宽、裤衩、平面曲线适应性强	仅能适用于小幅度变宽和大半径平曲线，平面线型适应性差	对变宽、裤衩、平面曲线适应性中等。
景观效果	主梁轮廓线型流畅，景观效果好	由多片梁组成，线条多、杂乱，景观效果差	整体钢箱梁景观效果较好、分离钢箱梁及钢板梁景观效果一般。
机械设备要求	无	吊机或大型架桥机	吊机
施工场地要求	满堂支架对地基承载力有要求，如遇软弱地基需处理	若无运输条件需要大量预制场地	需要施工场地少
施工方案	现场搭架施工，分段施工	预制吊装	预制吊装
施工周期	施工周期最长	施工周期较短	施工周期较短
桥型选用原则	中小跨径非标准跨、小半径桥梁、管廊桥等异型结构	35m标准跨径的等宽或轻微变宽的桥梁（小半径桥梁除外）	上跨深汕高速段

鹏兴大道引桥大部分位于河滩和鱼塘，揭露淤泥和淤泥质砂等软弱土层，引桥大里程终点下穿杭深铁路现状桥梁。此处若采用钢箱梁，将产生较高的造价；若采用现浇梁，则需对软土地基进行处理，经济性、施工便利性和环境友好程度均不如小箱梁。鉴于现浇条件较差，**拟采用 35m 标准跨径小箱梁，具有造价低、施工便利等优点**，为跟主桥保持连贯，跨径布置为 2x35m，梁高 1.8m，横向分为左、右两幅桥梁，单幅桥宽为 20.46m，横向布置 7 片小箱梁。因此，涉海引桥的平面布置是合理的。

#### (4) 燃气管道平面布置合理性

本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，管径为 DN400。燃气管经鹏兴创新连接道绕行至现状山体底部，在鹏兴大桥西侧采用定向钻施工工艺穿越赤石河，穿越后经大桥北岸人行道直埋绕行回主线道路敷设，涉海段管道工程与桥梁平行，平面布置是合理的。

#### (5) 围堰工程平面布置合理性

本项目围堰工程为桥梁工程建设过程的临时工程，围堰范围围绕桥梁桩基布置，并且绕开周围海域分布的红树林，为了保持桥梁的对称性和美观，同时考虑

造价原因（两岸之间一跨过河方案造价高昂），桥梁工程的桩基均无法移动，因此，围堰工程的平面布置是合理的。

### 7.2.1 是否体现集约节约用海原则

本项目平面布置符合工程建设规模，在充分研究分析拟建项目自然条件基础上，根据用海规划进行布置，有效利用了海域资源，项目平面布置符合《城市道路工程设计规范（CJJ37-2012）》《输气管道工程设计规范（GB 50251-2015）》等规范要求，并满足实际用海需求。因此，本项目平面布置遵从和体现了集约、节约用海的原则。

### 7.2.2 是否有利于生态保护

本项目用海符合所在海洋功能区的管理要求，项目的建设对于区域生态环境将会造成一定的影响，建设区域内的底栖生物将永久消失，该影响是不可逆的。施工悬浮泥沙影响是短暂的，其影响将伴随施工结束而消失。项目施工期应加强防范，尽量将施工影响控制在项目范围内，禁止污水和固体废弃物入海，降低对海洋生态环境的影响。

### 7.2.3 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

#### （1）对水文动力环境的影响

项目建设后支承桩结构的布设对大海域潮流无影响，对项目周边海域潮流的影响范围主要集中在支承桩结构布设区域周边 150m 范围内，流速变化幅度主要集中在 0.5cm/s~1.5cm/s，影响范围小、影响程度不大，总体来说项目建设对潮流的影响是可以接受的。

#### （2）对地形地貌与冲淤环境的影响

项目南侧支承桩的布设基本不改变周边的冲淤情况（年冲淤变化小于 1.0cm），项目对冲淤情况的影响主要集中在北侧支承桩结构布设区域周边 150m 范围内（年冲淤变化超过 1.0cm），北侧支承桩结构东侧 50m 范围内淤积量约为 1.0cm~3.0cm，淤积量相对较小，其余位置无明显变化，海域输沙相对平衡。

项目所在海域的北侧近岸区域冲淤变化相对较大，年冲刷量可达约 10cm，年淤积量可达约 7cm，且冲刷带和淤积带相对分散。项目北侧岸线为现状围堤形

成的人工岸线，项目引起的冲淤变化不大、影响范围相对较小，且部分现状围填有植被覆盖，可有效保护不受水流侵蚀。

因此，项目平面布置可最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

#### **7.2.4 能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响**

本项目周边海域用海项目主要为渔业用海、交通运输用海和工业用海，根据数值模拟结果，项目用海对周围其他用海项目的影响主要是施工悬沙扩散引起的水质下降。项目周边用海活动距离项目有一定距离，项目施工对其基本无影响。

综上，本项目与周边用海活动可协调，平面布置合理。

### **7.3 用海方式合理性分析**

#### **7.3.1 是否遵循最大可能不填海和少填海、不采用非透，尽可能采用透水式、开放式的用海原则**

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，涉海工程为鹏兴大桥（跨越赤石河段）、燃气管道（下穿赤石河段）以及临时施工围堰。本项目桥梁工程用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁”，围堰工程用海方式为“构筑物”中的“非透水构筑物”，燃气管道工程用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”。不涉及填海活动。

围堰工程属于非透水构筑物用海，但本项目围堰工程用海面积较小，且围堰是在跨河桥梁建设过程中的临时设施，在施工结束后拆除。围堰采用非透水构筑物的形式可以减小河水对围堰底部结构的冲刷，保证围堰上方施工人员的安全。

#### **7.3.2 能否最大程度减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能**

本工程跨海桥梁采用桩基形式进行建设，且选用较大跨径过河以减少河中桥墩数量，最大程度降低跨河结构物对赤石河泄洪能力的影响。燃气管道采用定向钻工艺下穿赤石河，对项目所在海域的影响较小。施工围堰虽为非透水构筑物用海，但围堰工程仅在施工期占用海域，完工后将进行拆除，且本项目围堰工程用海面积较小，整体来说，对海域影响较小。

综上，本项目用海方式能最大程度减少对海域自然属性的影响，有利于维护海域基本功能。

### 7.3.3 能否最大程度减少对区域海洋生态系统的影响

本项目的建设对于区域生态将会造成一定的影响，根据本报告第六章分析内容，本项目的用海方式与所在海洋功能区的管理要求不相冲突。桥梁桩基及围堰工程建设区域内的底栖生物和潮间带生物永久消失，该影响是不可逆的，但桥梁桩基及围堰面积相对较小，且损失种类基本为常见物种，对区域海洋生态系统的影响较小。

### 7.3.4 能否最大程度减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

#### (1) 对水文动力环境的影响

项目建设后支承桩结构的布设对大海域潮流无影响，对项目周边海域潮流的影响范围主要集中在支承桩结构布设区域周边 150m 范围内，流速变化幅度主要集中在 0.5cm/s~1.5cm/s，影响范围小、影响程度不大，总体来说项目建设对潮流的影响是可以接受的。

#### (2) 对地形地貌与冲淤环境的影响

项目南侧支承桩的布设基本不改变周边的冲淤情况(年冲淤变化小于 1.0cm)，项目对冲淤情况的影响主要集中在北侧支承桩结构布设区域周边 150m 范围内(年冲淤变化超过 1.0cm)，北侧支承桩结构东侧 50m 范围内淤积量约为 1.0cm~3.0cm，淤积量相对较小，其余位置无明显变化，海域输沙相对平衡。

项目所在海域的北侧近岸区域冲淤变化相对较大，年冲刷量可达约 10cm，年淤积量可达约 7cm，且冲刷带和淤积带相对分散。项目北侧岸线为现状围堤形成的人工岸线，项目引起的冲淤变化不大、影响范围相对较小，且部分现状围填有植被覆盖，可有效保护不受水流侵蚀。

因此，项目用海方式可最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

## 7.4 占用岸线合理性分析

本项目跨海桥梁用海占用人工岸线 185m，燃气工程管道采用定向钻工艺下穿赤石河，不占用海岸线，施工围堰用海占用人工岸线 159m，因桥梁工程和围

堰工程用海范围部分重叠，重叠部分人工岸线长度为 114m，项目占用人工岸线总长度为 230m。本项目不涉及新增岸线。项目占用的岸线为人工岸线，利用类型为围海养殖岸线。

项目桥梁分跨线位于海岸线处，形成岸线占用长度为 6.7m，由于桥梁跨径宽度为固定值且对桥梁整体结构的稳定性起重要作用，且项目用海实际形成岸线永久占用的仅为桥梁工程部分桩基，占用人工岸线长度约为 6.7m，对岸线资源影响较小。因此占用岸线是必要且合理的。

围堰工程为桥梁工程的附属工程，为方便施工并确保施工人员的安全，围堰占用岸线是必要且合理的。且围堰在项目完成后拆除，不涉及岸线长期占用。

## 7.5 用海面积合理性分析

### 7.5.1 用海面积合理性

#### 7.5.1.1 用海需求分析

本项目用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>，各用海单位用海面积见表 7.5-1。

表 7.5-1 用海面积统计表

单元名称	用海方式	用海面积 (hm <sup>2</sup> )
桥梁工程	跨海桥梁	3.2876
燃气管道	海底电缆管道	0.7621
施工围堰	非透水构筑物	2.9627

#### 7.5.1.2 用海面积合理性

##### (1) 桥梁工程

根据工程设计方案，本项目位于海域的桥梁工程为鹏兴大桥主桥及南侧部分引桥，桥梁工程总长度约 481m，桥梁工程用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>。根据《城市道路工程设计规范》(CJJ37-2012) 2016 年版，一条机动车道最小宽度规定如表 7.5-2 所示：

表 7.5-2 一条机动车道最小宽度

车型及车道类型	设计速度 (km/h)	
	>60	≤60
大型车或混行车道 (m)	3.75	3.50
小客车专用车道 (m)	3.50	3.25

本项目鹏兴大桥为城市快速路，双向 8 车道，设计主线车速 80km/h；辅道车速 40km/h，机动车车道宽度取值为：主线大型车或混行车道 3.75m，两侧路缘

带宽度 0.25m。

根据《鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程设计方案》（深圳市市政设计研究院有限公司，2024年5月）中对于道路的预测分析可知：预测特征年2035年，双向6车道道路服务水平为“三级”级服务水平，至2048年道路设计年限末，各段落服务水平达到“四级”级服务水平，趋于饱和状态。双向8车道预测特征年2035年道路服务水平为“二级”级服务水平，整体看2035年末所有路段都处于比较高的服务水平，但随着沿线建筑开发完成，2035年至2048年末交通量增长相对平稳，至2048年道路设计年限末，各段落服务水平达到“三级”级服务水平。因此，本项目设计道路双向八车道断面比较合理。

根据《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）2016年版中5.3.3节，非机动车道宽度应符合下列规定：

1.一条非机动车道宽度应符合下表的规定。

表 7.5-2 一条非机动车道宽度

车辆种类	自行车	三轮车
非机动车道宽度（m）	1.0	2.0

2.与机动车道合并设置的非机动车道，车道数单向不应小于2条，宽度不应小于2.5m。

3.非机动车专用道路面宽度应包括车道宽度及两侧路缘带宽度，单向不宜小于3.5m，双向不宜小于4.5m。

5.3.4节中规定，路测带宽度应符合下列规定：

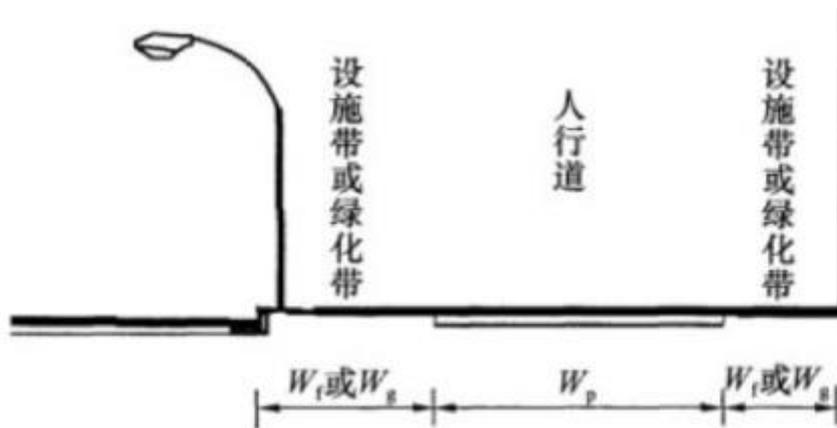


图 7.5-1 路测带

1.人行道宽度必须满足行人安全顺畅通过的要求，并应设置无障碍设施。人

行道最小宽度应符合下表的规定。

表 7.5-3 人行道最小宽度

项目	人行道最小宽度 (m)	
	一般值	最小值
各级道路	3.0	2.0
商业或公共场所集中路段	5.0	4.0
火车站、码头附近路段	5.0	4.0
长途汽车站	4.0	3.0

2.绿化带的宽度应符合现行行业标准《城市道路绿化规划与设计规范》CJJ75的相关要求。当绿化带内设置雨水调蓄设施时，绿化带的宽度还应满足所设置设施的宽度要求。

3.设施带宽度应包括设置护栏、照明灯柱、标志牌、信号灯、城市公共服务设施等的要求，各种设施布局应综合考虑。设施带可与绿化带结合设置，但应避免各种设施间，以及与树木的相互干扰。当绿化带设置雨水调蓄设施时，应保证绿化带内设施及相邻路面结构的安全，必要时，应采取相应的防护及防渗措施。

本项目道路中间的慢行道为人行道和自行车道，自行车道非专用车道，也并非与机动车道合并设置。根据以上规定，慢行道宽度最小 5m，一般为 7m，因桥面下方预留管线通道，用于铺设给水管、通信管、照明管、电力管等，本项目慢行道宽度为 6.95m 符合设计规范。

后因设计方案调整，鹏兴大桥不设置非机动车道，行人不过桥，保留管线通道。桥面下方管线通道规划铺设一根 DN400 的给水管，4 回 110KV 的电缆（本次设计按 20 根 DN200 的电缆预留电力通道空间），12 根 DN110 的通信管以及 6 根 DN75 的照明管，以上 4 种管线分别用塑料排架固定，从各自预留的舱室穿过，管线通道设计值 6.95m 仍满足项目实际需求。

综上，主桥横断面布置：2.5m 锚索区+1.25m 检修道+0.75m 护栏+15.5m 机动车道（ $3.75 \times 4 + 0.25 \times 2$ ）+0.75m 护栏+6.95m 管线通道+0.75m 护栏+15.5m 机动车道（ $3.75 \times 4 + 0.25 \times 2$ ）+0.75m 护栏+1.25m 检修道+2.5m 锚索区=48.45m。南侧引桥跨径布置为  $2 \times 35\text{m}$ ，梁高 1.8m，横向分为左、右两幅桥梁，单幅桥宽为 20.46m。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本工程属于交通运输用海中的路

桥用海，桥梁工程用海方式为跨海桥梁，“跨海桥梁及其附属设施等用海，以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”。本项目鹏兴大桥主桥的主塔位于桥面外侧，外扩 10m 后的范围线不在桥面垂直投影外扩范围内，因此，桥梁工程用海范围以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，其中主塔处由桥主塔承台外缘线外扩 10m 为界，由此确定的 3.2876hm<sup>2</sup>用海面积符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）相关规定。

### （2）燃气管道工程

本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，管径为 DN400，在鹏兴大桥主线附近下穿赤石河，下穿赤石河段管道采用定向钻工艺敷设，涉海管道工程长约 369m，用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本工程属于海底工程用海中的电缆管道用海，燃气管道工程用海方式为海底电缆管道，“电缆管道用海以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”。由于本工程燃气管道下穿赤石河段安装了保护套管，因此，管道工程用海外缘线以保护套管为界向两侧外扩 10m，由此确定管道工程用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>。

### （3）围堰工程

本项目施工围堰是桥梁工程建设过程中的辅助设施，围堰外侧用草袋、麻袋、玻璃纤维袋或无纺布袋装土堆码。袋中宜装不渗水的黏性土，袋口应缝合。堰外边坡为 1:2。围堰中心部分填筑黏土。工程附近有现状红树林分布，本项目主体工程的桥墩及施工围堰设计范围均已避让红树林。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本工程属于交通运输用海中的路桥用海，围堰工程用海方式为非透水构筑物，“采用非透水方式构筑的跨海道路（含涵洞式）及其附属设施等用海，洋边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”由此确定围堰工程用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>。

综上，本工程用海的界定方法符合《海籍调查规范》的相关规定，并且满足工程建设的实际需要，由此确定的项目用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>是合理的。

#### 7.5.1.3 减少项目用海面积的可能性分析

本项目选址选线已根据、地质条件、环境因素、工程量和工程造价进行论述，

确定为最优方案。同时桥梁的宽度和跨径等均根据相关规范及结构形式等确定，桥梁工程已无减少用海面积的可能性。

本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，管径为 DN400，燃气管经鹏兴创新连接道绕行至现状山体底部，在鹏兴大桥西侧采用定向钻施工工艺穿越赤石河，穿越后经大桥北岸人行道直埋绕行回主线道路敷设。由于鹏兴大桥工程平面布置方案已定，故燃气管道工程用海方案已为最优，用海面积根据相关规范确定，无进一步减小面积的可能性。

围堰工程的范围按照桥梁工程的平面布置方案确定，同时已避让附近红树林分布范围，为了保证施工人员安全，降低施工意外的可能性，不建议减小施工围堰的面积。

综上所述，本方案减少用海面积的可能性较小。

## 7.5.2 项目用海面积量算

### 7.5.2.1 界址线确定原则

用海界址线的确定是基于工程平面布置和对工程区域现状的坐标检校，结合毗邻项目海域权属范围和周边地形及水深条件，按照《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)规定的界定方法及平面布置方案确定典型界址点。

本项目桥梁工程用海方式为“跨海桥梁”，围堰工程用海方式为“非透水构筑物用海”，燃气管道工程用海方式为“海底电缆管道”，参照《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)用海方式界址线界定方法，确定布设原则为：

(1) 岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。

(2) 跨海桥梁及其附属设施等用海，用海范围以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，其中主塔处由桥主塔承台外缘线外扩 10m 为界。

(3) 电缆管道用海以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。

(4) 避免毗连宗海之间相互重叠，避免将宗海范围界定至公共使用的海域内。

(5) 在有效反映宗海形状和范围的前提下，宗海界址点的布设应清楚简洁。

### 7.5.2.2 各用海单元用海界址的确定及面积量算

本项目建设单位申请用海内容为3个单元，分别为跨海桥梁、燃气管道及围堰工程，其中，围堰工程仅申请施工期用海。根据界址线的确定原则，对用海单元用海面积进行核算，并确定最终的用海面积。

#### (1) 桥梁工程

本项目桥梁工程用海方式为跨海桥梁，根据桥梁平面示意图和断面示意图，获得桥梁工程的边缘线。

#### ① 鹏兴大桥主桥

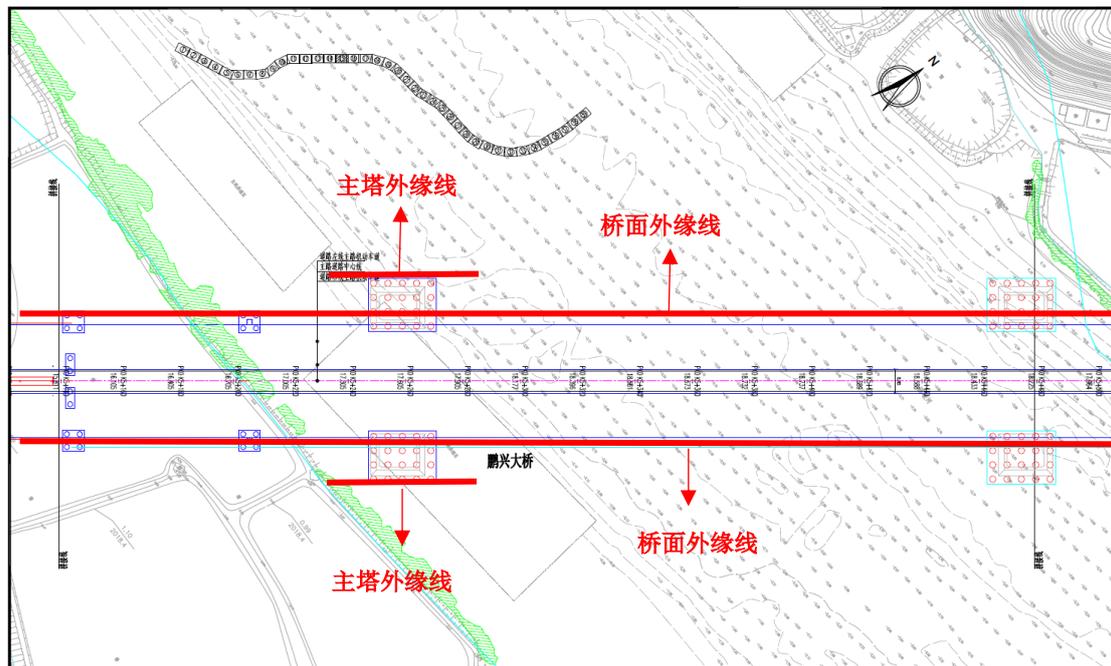


图 7.5-1 鹏兴大桥主桥平面示意图

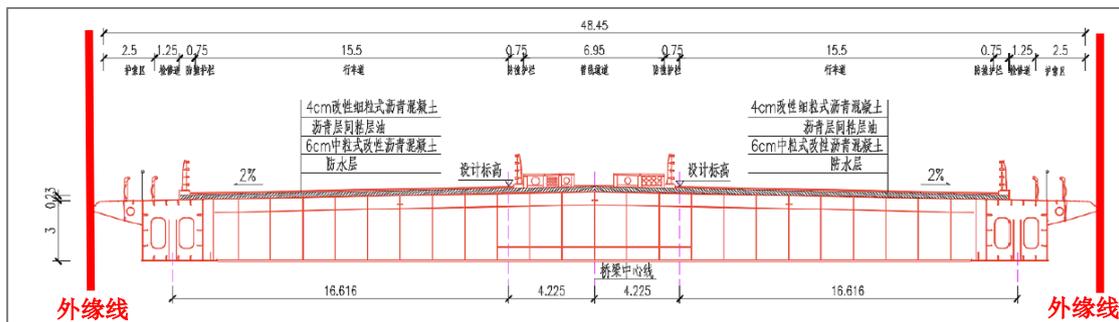


图 7.5-2 鹏兴大桥主桥断面示意图

#### ② 鹏兴大桥引桥

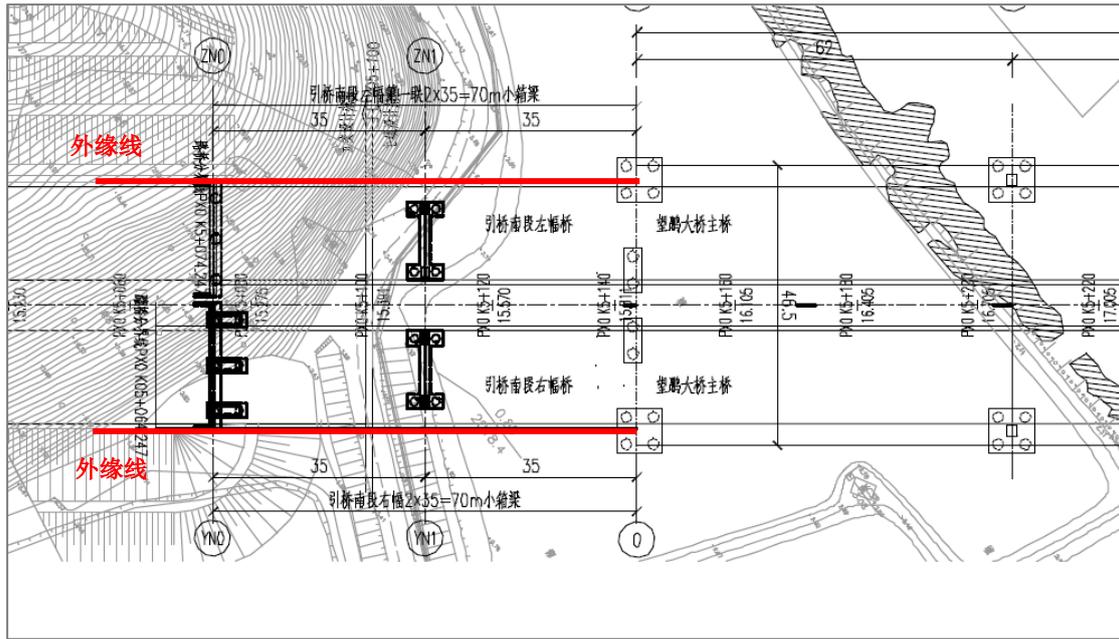


图 7.5-3 鹏兴大桥引桥平面示意图

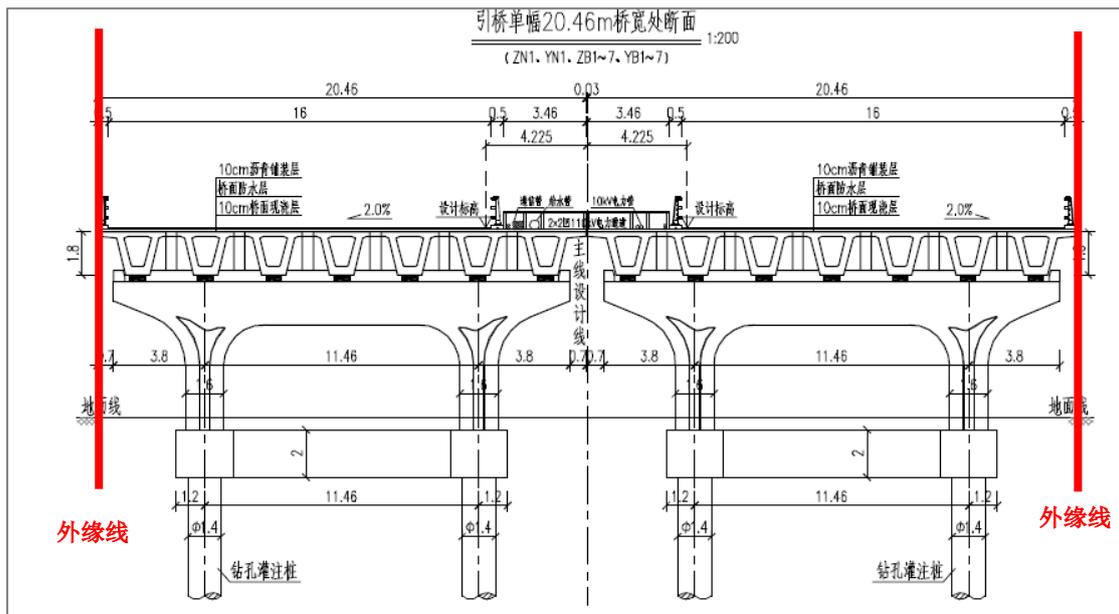


图 7.5-4 鹏兴大桥引桥断面示意图

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009), 跨海桥梁及其附属设施等用海, 用海范围以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界, 其中主塔处由桥主塔承台外缘线外扩 10m 为界。经测算, 桥梁工程用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>。界址线 1-2-3-...-25-1 为桥梁工程用海范围界址线。

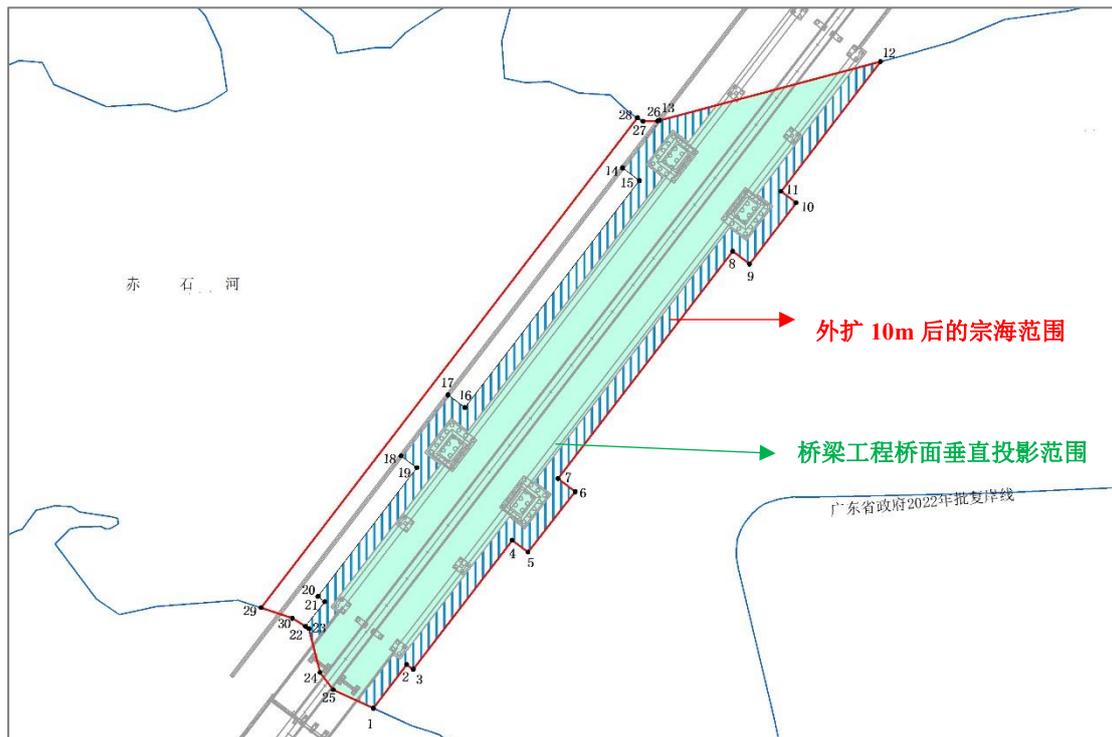


图 7.5-5 桥梁工程用海面积量算示意图

## (2) 燃气管道工程

本项目燃气管道工程用海方式为海底电缆管道，根据管道平面示意图，获得管道工程的边缘线。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)，电缆管道用海以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。经测算，管道工程用海面积为  $0.7621\text{hm}^2$ 。界址线 22-21-...-14-13-26-27-28-29-30-22 为管道工程用海范围界址线。

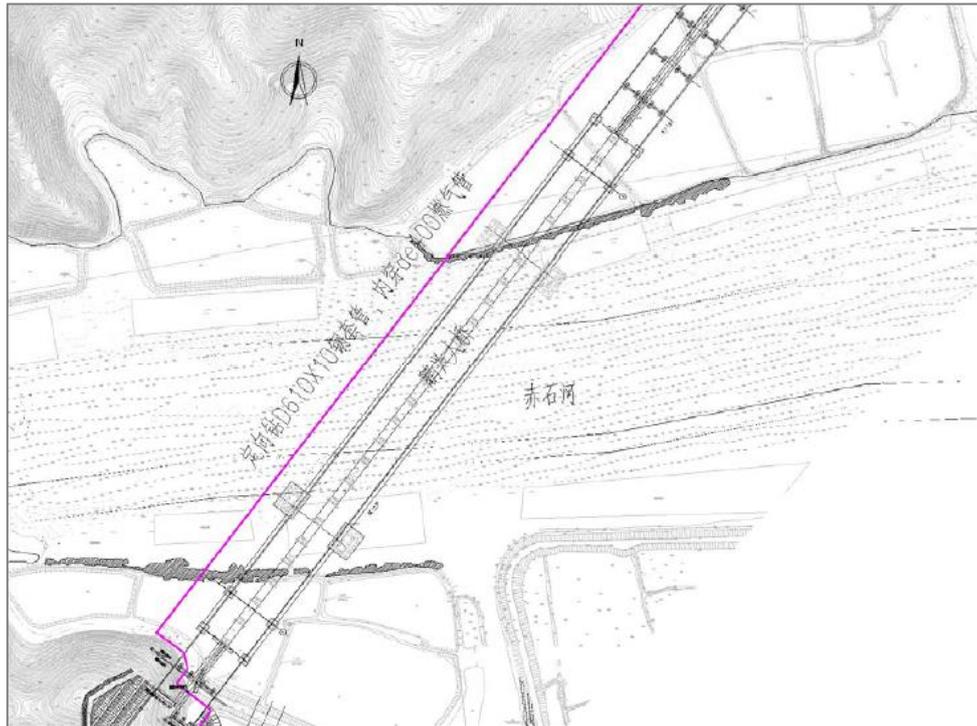


图 7.5-6 燃气管道涉海段平面示意图

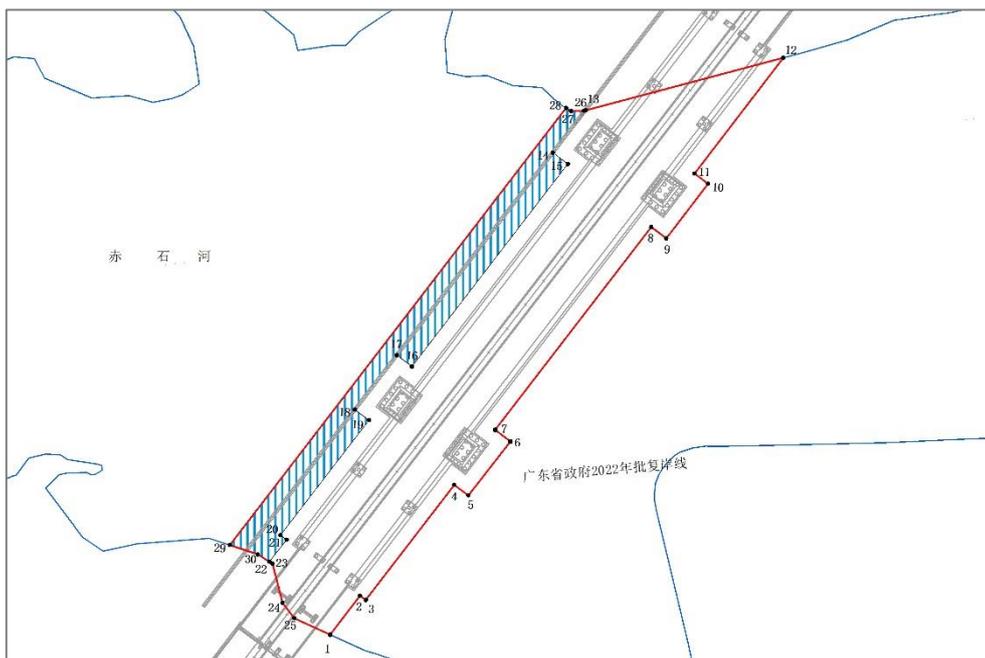


图 7.5-7 燃气管道工程用海面积量算示意图

### (3) 围堰工程

本项目围堰工程用海方式为非透水构筑物，根据施工围堰范围图确定围堰工程外缘线。根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)，非透水构筑物用海，岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。本项目围堰工程堰外边坡为 1:2，水下以坡脚外缘线为界。

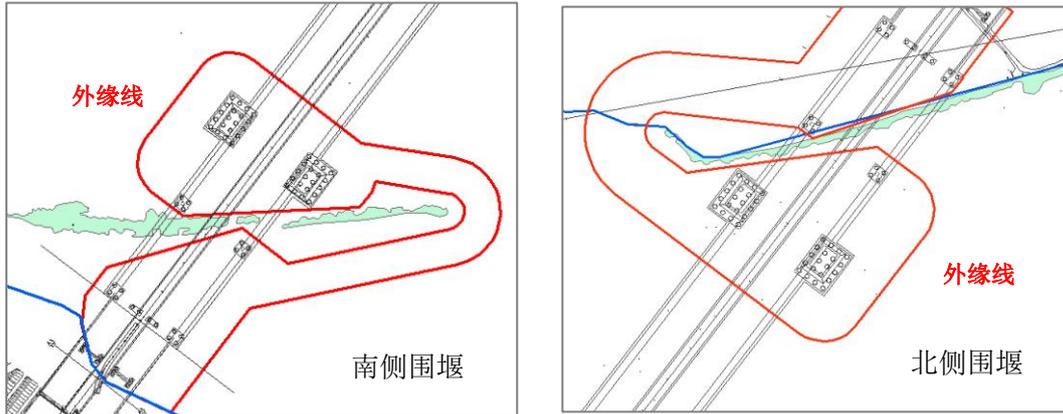


图 7.5-8 施工围堰范围示意图（红线为围堰范围，蓝线为海岸线，绿色阴影为红树林）

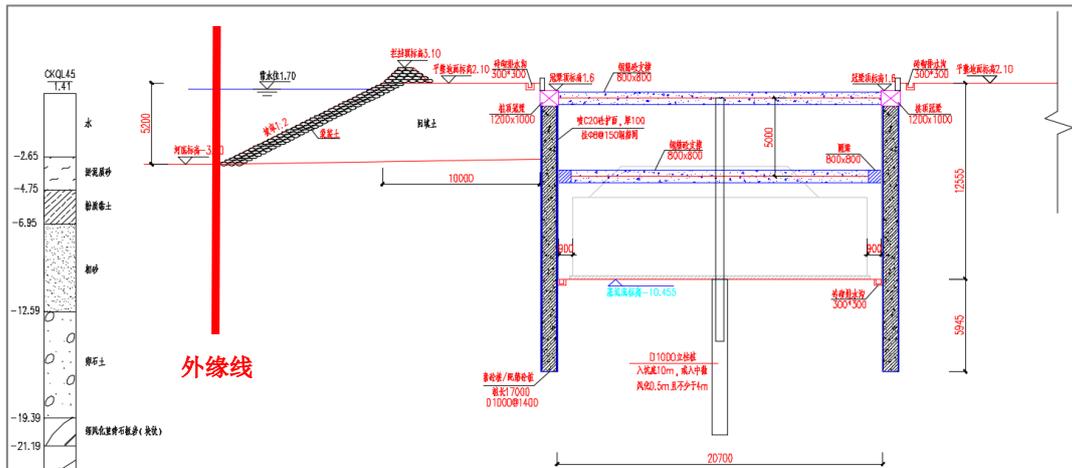


图 7.5-9 围堰及主塔承台基坑断面示意图

### ① 南侧围堰

经测算，南侧围堰用海面积为  $1.9020\text{hm}^2$ ，界址线 1-2-3-...-72-1 为南侧围堰工程用海范围界址线。

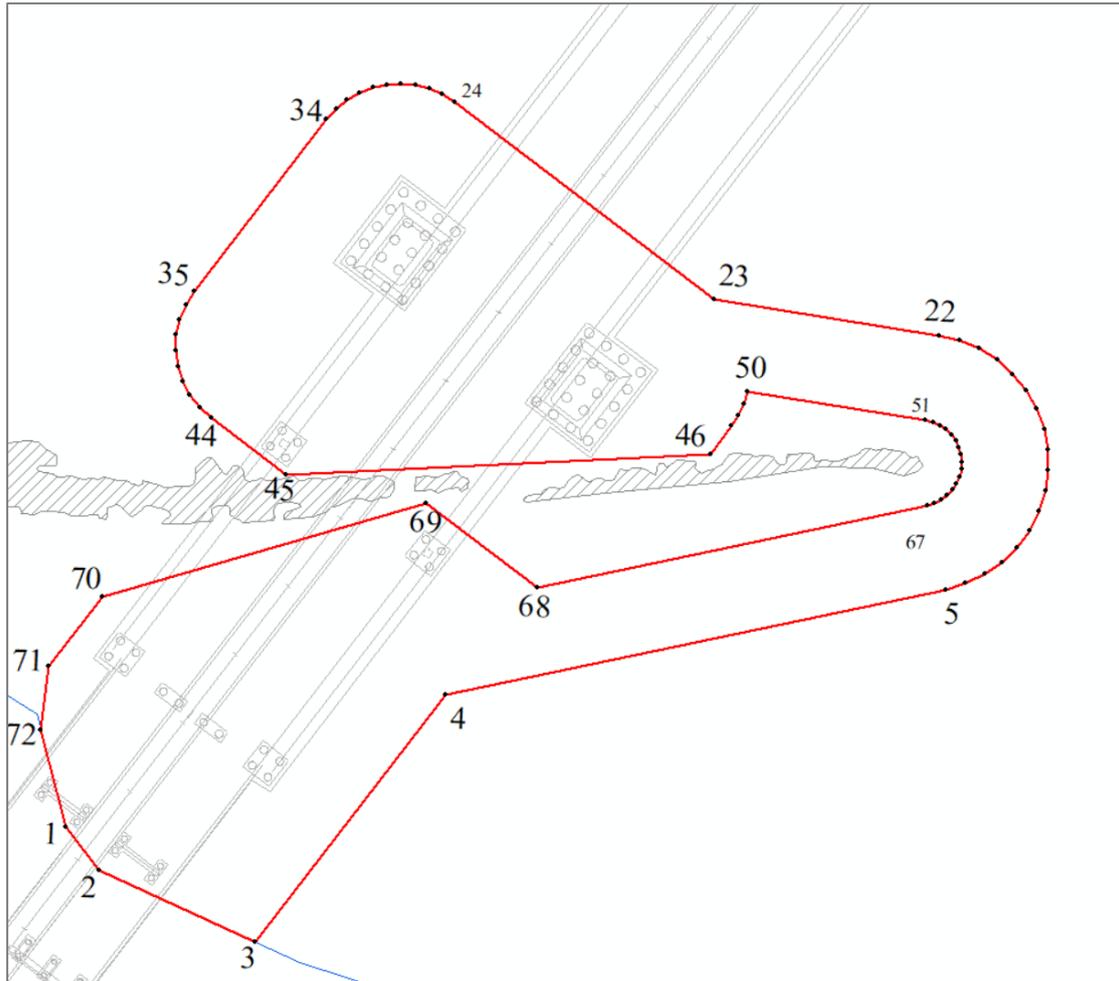


图 7.5-10 南侧围堰工程用海面积量算示意图

### ②北侧围堰

经测算，北侧围堰（一）用海面积为  $1.0528\text{hm}^2$ ，界址线 1-2-3-...-43-1 为北侧围堰（一）用海范围界址线。北侧围堰（二）用海面积为  $0.0079\text{hm}^2$ ，界址线 1-2-3-1 为北侧围堰（二）用海范围界址线。

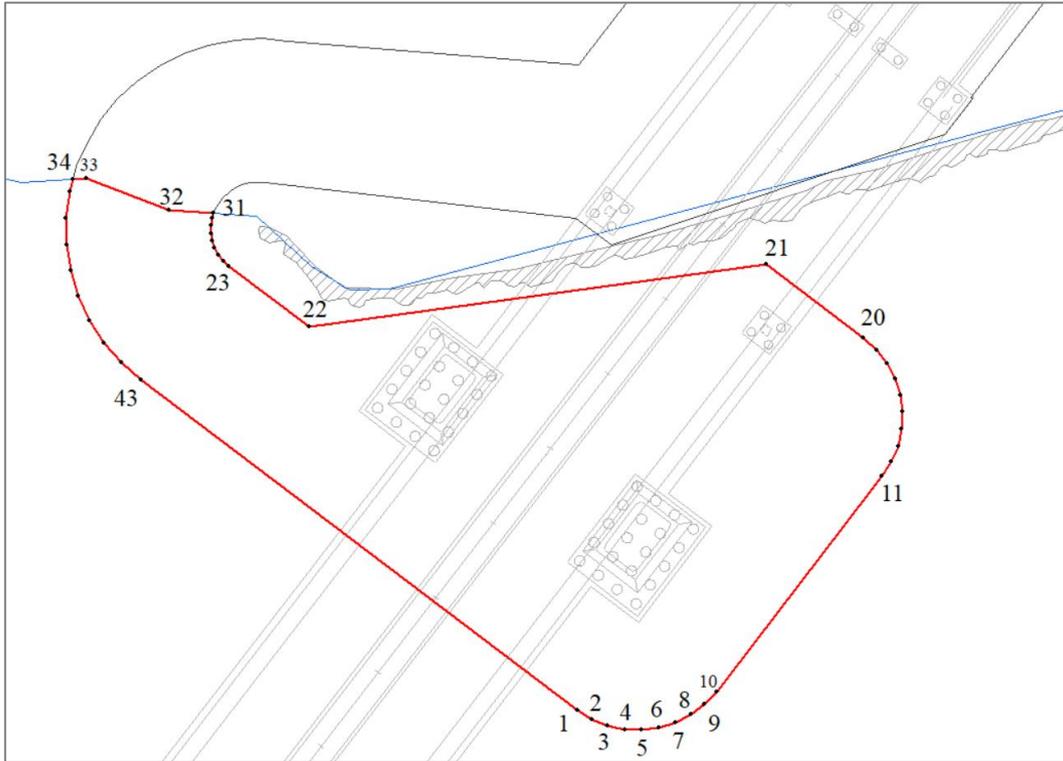


图 7.5-11a 北侧围堰（一）用海面积量算示意图

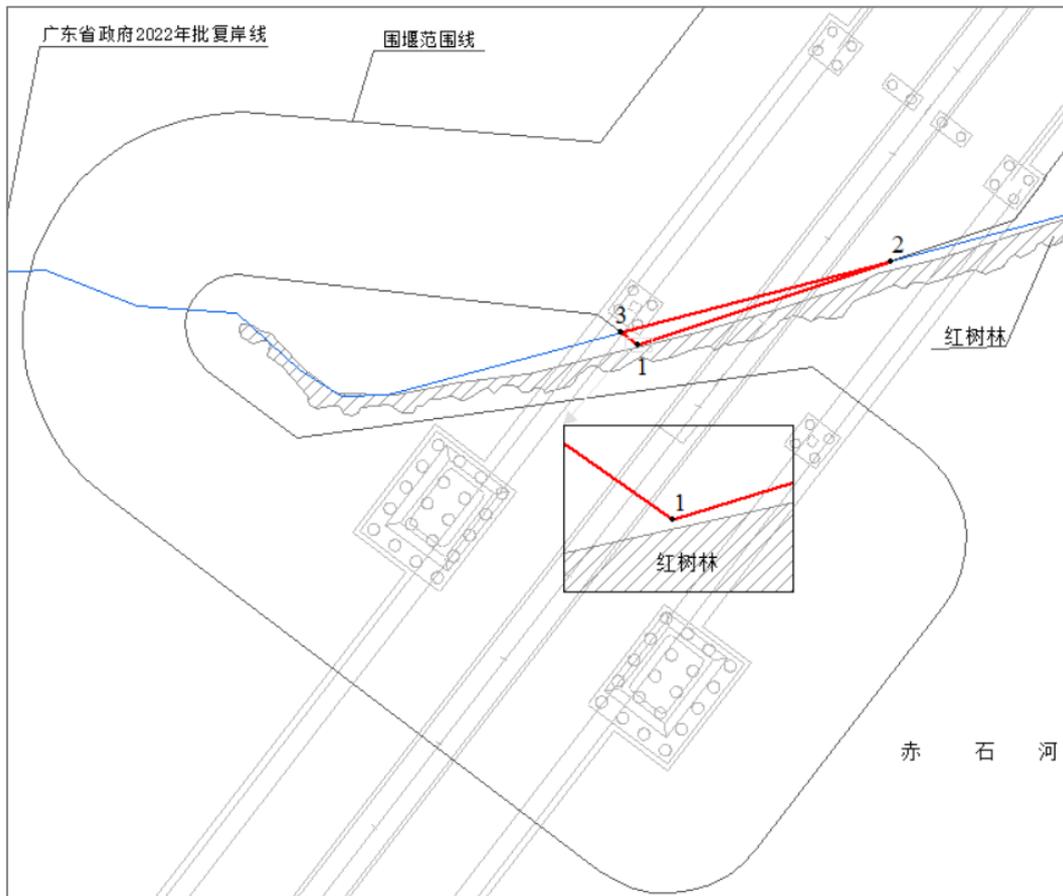


图 7.5-11b 北侧围堰（二）用海面积量算示意图

### 7.5.3 宗海图绘制

根据以上论证分析结论，本项目用海面积合理，最后给出本项目应申请的宗海位置和宗海界址。

用海界址线的确定是在对建设单位提供的设计方案进行坐标验校的基础上，按照《海籍调查规范》的界定方法确定典型界址点后形成的界址点连线。宗海界址点、线及宗海界址图成图采用中央子午线 xxE，CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影。

根据《海籍调查规范》，本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 xx 的软件计算功能直接求得用海面积。

根据《海籍调查规范》及本宗用海的实际用海类型，本项目申请用海面积 7.0106hm<sup>2</sup>。

## 7.6 用海期限合理性分析

### (1) 工程设计及实际运营需要

本项目用海周期较长，工程设计年限为 100 年，因此结合工程设计及实际运营需要，用海单位跨海桥梁及燃气管道工程申请用海 40 年是合理的。同时围堰工程为桥梁工程的辅助设施，项目完成后拆除，本项目涉海工程的施工期约为 3 年，因此围堰工程申请用海 3 年是合理的。

### (2) 法律法规要求

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本工程用海属于公益事业用海，因此桥梁工程及管道工程申请用海 40 年符合《中华人民共和国海域使用管理法》。围堰工程属于桥梁工程的辅助工程，也属于“公益事业”，因此申请用海 3 年也符合《中华人民共和国海域使用管理法》。

综上，本工程申请用海期限合理。海域使用权期限届满后，如需继续使用海域，且工程完好，应再申请续期。

## 8 生态用海对策措施

根据《海域使用分类体系》，本项目桥梁用海类型为交通运输用海中的路桥用海；燃气管线的用海类型为海底工程用海中的电缆管道用海。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，桥梁用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海；燃气管线的用海类型为工况通信用海中的海底电缆管道用海。桥梁用海方式为构筑物中的跨海桥梁；燃气管线的用海方式为其他方式中的海底电缆管道。桥梁下部为桩基结构，施工过程中会产生悬沙。桥梁会占用人工岸线。燃气管线采用定向钻方式埋于海底，基本不会产生悬沙。

通过资源生态影响预测分析结果可知，本项目建设对水文动力和冲淤环境造成的影响很小，主要影响是施工悬沙以及桩基占用海底造成海洋生物资源损失，同时，桥梁跨越人工岸线，需进行岸线占补。

### 8.1 生态用海对策

#### 8.1.1 生态保护对策

##### 8.1.1.1 施工期保护对策

###### (1) 水环境保护对策

1) 本工程对环境造成影响最大的是围堰建设过程中产生的悬浮物，其影响随着施工结束，悬浮物影响也随之消失。

2) 灌注桩施工时产生的废弃泥浆水和废弃钻渣未经处理不得随意排放，废弃泥浆沉淀后用全封闭泥浆运输车运送到指定地点堆放，并在堆放区域设置警示标志。

3) 施工人员生活污水统一收集，不排放入海。

4) 施工期间，严禁将废弃物、散体施工材料随地抛弃、堆放，防止污染水体。设置必要的临时排水沟，疏导施工废水，土质边坡及时夯实。

5) 施工船舶产生的机舱油污水和生活污水应按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)的要求予以排放，若施工船舶本身无能力处理机舱油污水的，可将污水通过海事局船舶管理部门进行接收并处理，船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆域处理。

###### (2) 声环境保护措施

- 1) 施工单位应做好施工设备的维护保养, 保持施工设备低噪声运行状态。
- 2) 尽量避免夜间作业, 减少噪声干扰。
- 3) 选用低噪声的施工机械。
- 4) 施工场地周围可设置围挡, 减小噪声。

### (3) 大气环境保护措施

1) 施工船舶主机、运输车辆及其它施工机械产生的燃油废气对环境的污染影响很小, 通过加强对施工机械、车辆及船舶的维修保养, 减少燃油废气的排放。

2) 拌和站的站址选在离居民区或敏感单位 300m 以上的地方, 对拌和设备进行较好的密封, 并加上二级除尘装置, 对从业人员加强劳动保护。

3) 施工单位需配备洒水车, 及时对车辆通行道路及施工场地进行洒水抑尘, 减轻扬尘污染。

4) 运输车辆装载的物料须加篷布遮盖, 同时装载物需适量, 以防物料洒落。

5) 施工场地物料堆放场周围须设置不低于堆放物高度的围栏, 同时堆放物尽量用篷布遮盖。

6) 加强施工车辆的管理, 对车辆进行限速, 避免车速过快产生较大扬尘。

### (4) 固体废弃物污染防治措施

1) 施工场地附近设置临时垃圾集中堆放场地, 然后由垃圾运输车运送至环卫部门集中处理。

2) 严禁向海域倾倒垃圾和废渣, 船舶垃圾的处理应符合《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018) 的规定。

3) 废弃泥浆和钻渣应集中堆放, 定期清运。

4) 建设单位与施工单位应与当地环卫部门联系, 及时清理施工现场废弃物。

5) 加强对施工人员的教育宣传, 严禁随意乱丢垃圾, 倡导文明施工。

6) 施工便道、围堰等拆除的建筑材料应统一收集堆存, 尽量回收处理, 不能回收利用的可委托环卫部门或按照城市建筑垃圾相应管理办法清运处置。

## 8.1.1.2 运营期保护对策

### (1) 水环境保护措施

1) 桥面两侧布置泄水管, 以便运营期间桥面雨水通过泄水管排入桥外, 避免污染海水。

2) 在桥梁两侧安装防撞护栏,防止装载危险品车辆发生事故时危险品入海污染海水。

3) 对危险品运输车辆实行严格的管理措施,证照齐全,有危险品运输资质。车辆须加蓬覆盖,防止洒落后经雨水冲刷流入海水中。

#### (2) 声环境保护措施

1) 在道路两侧尽可能种植树木等,形成绿化带兼噪声隔离带。

2) 在靠近居民点附近的公路两侧设置隔声屏障。

3) 定期对桥梁两侧进行噪声监测。

#### (3) 大气环境保护措施

1) 对可能受到严重污染的敏感点实行环境空气质量定期监测制度,根据超标情况对超标区段采取一定的管理措施加以控制,比如按时段限制车辆通行。

2) 定期对桥面进行清洁、洒水抑尘。

3) 在道路两侧设置绿化带,加强岸线周边绿化设计,从而加强绿化对机动车尾气的吸附作用。

#### (4) 固体废弃物防治措施

道路项目运营期固体废弃物主要来源于道路行人、车辆抛弃物以及道路绿化带的季节性落叶,经环卫人员清扫、收集后,统一处理。

## 8.1.2 生态跟踪监测

### 8.1.2.1 生态跟踪监测方案

本节内容根据项目自身特点和实际情况,结合《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)进行生态用海监测计划的制定:

#### (1) 监测站位布设

跟踪监测站位的数量和位置,原则上与海域使用论证报告中生态调查站位的数量和位置保持一致。本项目布置24个海水水质、16个海洋沉积物、16个海洋生物体质量、16个海洋生态站位点。

#### (2) 监测内容

水质监测项目:pH、溶解氧、化学需氧量、无机磷、活性硅酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、总氮、总磷、悬浮物、油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、总铬。

沉积物监测项目：石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷。

海洋生态监测项目：叶绿素 a、游泳动物、底栖生物、浮游植物、浮游动物。

### （3）监测频率

海水水质：施工期间进行一次，施工结束后每年进行一次监测，连续 3 年；

海洋沉积物：施工期间进行一次，施工结束后每年进行一次监测，连续 3 年；

海洋生态：施工期间进行一次，施工结束后每年进行一次监测，连续 3 年。

## 8.1.2.2 生态跟踪监测评价

### 1、现状评价

将上述监测数据与监测范围所涉及的各级规划、红线等关于海洋生态和环境的管控要求或底线要求的指标进行比较，就是否突破管控要求或底线要求作出评价。

### 2、趋势评价

在监测完成后，结合生态本底调查数据和浮标式海洋生态环境在线监测系统长期监测数据，就各类指标的变化趋势、特别是逐步恶化趋势作出评价。

### 3、综合评价

在完成现状评价和趋势评价后，综合生态本底调查数据、各监测要素的现状评价和趋势评价结论，评价监测范围内的海洋生态和环境存在的问题和潜在的风险。

### 4、项目相关性分析

对于突破管控要求或底线要求、突破合理变化范围、存在逐步恶化趋势、监测范围内海洋生态和环境存在问题和潜在风险的，应配合监管部门开展生态调查，作出是否与项目建设和运行相关的评价并明确评价依据，如果确与项目相关，建设单位应提出处置措施。

## 8.2 生态保护修复措施

### 8.2.1 项目用海主要生态问题

#### （1）项目建设造成海洋生物资源损失

本项目打桩前进行围堰建设，围堰施工会产生悬沙，同时占据海底环境，桥梁桩基打设在海底，也会占据海底环境。因此，项目施工会破坏了生物原有的栖

息环境，对底栖生物和鱼卵、仔鱼等产生较大的影响。

(2) 项目建设占用人工岸线

## 8.2.2 生态保护修复总体目标

根据用海区目前的主要生态问题，按照原国家海洋局印发的《围填海工程生态建设技术指南（试行）》（国海规范〔2017〕13号）、《海洋生态修复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214号）等文件中的相关要求，结合项目用海主要生态问题，提出本项目生态修复的总体目标为：

(1) 促进项目区域及附近海域的生物资源恢复，对受损的海洋生物资源进行补偿，弥补因项目建设造成的海洋生物资源损失，使该海域内海洋生物资源逐步达到稳定状态，使其海洋生物资源水平不因项目的开展而退化。

(2) 对项目占用的人工岸线进行生态化修复，使其最大程度保持原有功能。

## 8.2.3 海洋生物资源修复措施

本项目建设造成底栖生物、鱼卵仔鱼、渔业资源等的损失，针对海洋生物损失，拟进行增殖放流对其进行补偿。本项目生态保护修复工作由建设单位统筹实施。

(1) 增殖放流选址

根据《水生生物增殖放流技术规程》要求，增殖放流水域应选择在增殖放流对象的产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁海域牧场，避免在倾废区、盐场、电厂、养殖场等进、排水区、沙滩边进行放流。

增殖放流拟选址在项目附近（小漠国际物流港），在每年的休渔季节进行增殖放流，参与到海洋渔业主管部门的年度增殖放流计划，进行渔业增殖公益活活动，补充和恢复生物资源的群体，改善种群结构，提高海域生物资源多样性恢复渔业资源。

(2) 增殖放流品种

1) 科学确定增殖放流苗种

根据《水生生物增殖放流技术规程》、《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，增殖放流物种选择原则为：应选择本地海洋生物种类；优质海洋经济物种、对海域生态修复具有重要作用的海洋物种、海洋珍稀濒危物种，包括广布种、区域种和地方特有种；经济鱼类以恋礁性鱼类、适合渔民转产转业和发展游钓休闲渔业

品种为主；适应增殖放流海域生态环境且生势良好；在资源结构中明显低于历史上自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；能大批量人工繁育苗种，满足增殖放流数量要求；暂养及增殖放流技术可行。禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

## 2) 增殖放流苗种采购

增殖放流苗种采购应根据苗种供应单位提供的苗种供应价目表，对苗种市场进行调查，赴苗种生产单位实地考察，掌握苗种生产单位在繁育、管理、质量等方面的基本情况，并通过公开招标或议标方式确定放流苗种供应单位，签订苗种供应合同。

渔业增殖放流要求：增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 3cm 以上；虾苗体长应在 1.0cm 以上；贝苗壳长应在 1cm 以上。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或子 1 代，人工繁育的增殖放流苗种应采用招标、议标的方式由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合汕尾市海洋生态要求的海洋生物物种。

根据本项目进展计划和生态影响结论、以及放流种类的自然繁殖季节，为达到至少修复至工程实施前水平，拟定施工结束后三年内，每年休渔季节进行增殖放流，连续开展 3 年。

参考《广东省海洋生物增殖放流技术指南》、深圳市历年增殖放流经验，确定适宜本地增殖放流的海洋经济物种备选品种及最小规格要求为：鱼类为黑鲷、真鲷、黄鳍鲷、平鲷、黄姑鱼、花尾胡椒鲷、青石斑鱼等，鱼苗体长应在 3cm 以上；虾类为斑节对虾（1.0cm）等。

放流品种应符合上述物种选择原则，包括但不限于以上列举品种，禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

## 3) 增殖放流规模

增殖放流数量不能超过增殖放流海域增殖放流容量。若某一品种放流数量过多，造成单一种群优势，将危害其它本地品种的生存，因此放流活动需考虑苗种品种间的平衡问题，合理搭配各个放流品种的数量。

### (3) 增殖放流时间

根据 2017 年起实施的南海海域伏季休渔政策, 每年的 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时为休渔期。在运营期间根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流, 经济物种增殖放流工作应尽量安排在休渔期进行。根据增殖放流备选品种的繁殖习性, 参考《广东省海洋生物增殖放流技术指南》的建议时间(如表 8.2-1 所示), 结合汕尾市往年苗种供应情况, 建议选择在每年 6 月进行增殖放流活动。

根据《水生生物增殖放流技术规程》要求, 增殖放流水域应选择在增殖放流对象的产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁海域牧场, 避免在倾废区、盐场、电厂、养殖场等进、排水区、沙滩边进行放流。

表 8.2-1 《广东省海洋生物增殖放流技术指南》建议放流时间

序号	物种名称	野生种群繁殖时间(月份)	建议选择增殖放流时间(月份)
1	黑鲷	3月~9月	3月~6月
2	黄鳍鲷	10月~翌年2月	3月~6月
3	斑节对虾	7月~翌年2月	3月~6月

#### (4) 增殖放流实施

放流方式是影响增殖放流效果的关键因素, 对苗种的死亡率和流散率有着重要影响。目前鱼虾苗优先选用活水船方式进行放流, 贝类主要采用底播方式进行放流。

增殖放流后, 定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况, 对增殖放流效果进行跟踪评价, 编写增殖放流效果评价报告。

### 8.2.4 岸线修复措施

根据广东省自然资源厅 2024 年 8 月 1 日下发的《海岸线占补实施办法(征求意见稿)》(以下简称《办法》)的文件要求, 大陆自然岸线保有率低于或等于国家下达我省管控目标的地级以上市, 建设占用海岸线的, 按照占用大陆自然岸线 1:1.5、占用大陆人工岸线 1:0.8 的比例整治修复大陆海岸线; 大陆自然岸线保有率高于国家下达我省管控目标的地级以上市, 按照占用大陆自然岸线 1:1 的比例整治修复海岸线, 占用大陆人工岸线按照经依法批准的生态修复方案、生态保护修复措施及实施计划开展实施海岸线生态修复工程; 建设占用海岛岸线的, 按照 1:1 的比例整治修复海岸线, 并优先修复海岛岸线。

根据平面布置, 本项目跨海桥梁占用岸线大部分为跨越式占用, 不实际占用岸线资源。桥梁部分桥墩和桩基施工位于岸线处, 形成岸线实际占用, 占用海岸

线长度约为 6.7m。

项目所在地深圳市的大陆自然岸线保有率高于国家下达的广东省管控目标，根据实际岸线保护修复措施进行岸线生态化建设。

根据《办法》相关要求，海岸线占补可采取项目就地修复占补、本地市修复占补和购买海岸线指标占补等多种方式。海岸线占补应优先采取项目就地修复实施占补，尽可能减少对生态环境的不利影响；无法实现就地修复占补的，要尽可能采取本地市修复实施占补；确实无法实施项目就地修复占补、本地市修复占补的，可采取购买海岸线占补交易指标实施占补。

根据《办法》相关要求，本项目海岸线生态修复工程拟采取就地修复。通过种植树木、草木等方式，整治修复成生态恢复岸线。

本项目修复岸线长度约 6.7m，位于赤石河北侧岸边。桥面下方即周边岸线较多，且均为人工岸线，建设单位可在此处进行岸线修复，通过岸线杂物清理、植被种植等，修复受损岸线，建造生态岸线，尽可能恢复其生态功能。建设单位可在取得项目用海批复后的 2 年内定期进行岸线的修复维护。

表 8.2-2 生态保护修复一览表

保护修复类型	保护修复内容	工程量	实施计划	责任人
海洋生物资源恢复	增殖放流	底栖生物，浮游植物、浮游动物，鱼卵，仔稚鱼	2028年~2030年	深汕特别合作区 建筑工务署
岸线修复	岸线就地修复	6.7m	2025年~2027年	

### 8.2.5 生态保护监管措施与建议

#### (1) 加强海洋生态修复和建设

本工程建设会对附近海域的海洋生物和渔业资源产生影响，通过增殖放流等生态修复措施，提高海洋生物资源总量，同时根据渔业资源恢复情况，制订针对性的跟踪监测计划。

#### (2) 自然资源行政主管部门加强监管

建议自然资源行政主管部门按照属地化管理原则，对本项目生态建设方案各措施落实情况用日常监管和随机抽查相结合方式对生态建设方案内容、实施计划进度、实施效果开展监管，确保生态建设措施落实到位，生态效果正常发挥。

## 9 结论

### 9.1 项目用海基本情况

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，拟建工程位于广东省深圳市深汕特别合作区小漠片区，工程地理位置 22°48'N、115°02'E。本项目为城市快速路，涉海内容为鹏兴大桥（跨越赤石河段）、燃气管道工程（下穿赤石河段）和临时施工围堰。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目属于交通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目桥梁工程和施工围堰用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”，一级用海方式为“构筑物”，二级用海方式分别为“跨海桥梁”、“非透水构筑物”；燃气工程用海类型为“海底工程用海”中的“电缆管道用海”，用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”。项目拟申请用海总面积为 7.0106hm<sup>2</sup>，其中桥梁工程长约 481m，用海面积为 3.2876hm<sup>2</sup>，管道工程长约 369m，用海面积为 0.7621hm<sup>2</sup>，施工围堰用海面积为 2.9627hm<sup>2</sup>，其中，南侧围堰用海面积为 1.9020hm<sup>2</sup>，北侧围堰（一）用海面积为 1.0528hm<sup>2</sup>，北侧围堰（二）用海面积为 0.0079hm<sup>2</sup>。项目总投资为 421465.00 万元。

本项目跨海桥梁及管道工程用海期限 40 年，临时围堰施工用海期限为 3 年。

### 9.2 项目用海必要性分析结论

本项目建设是为合作区创造良好社会效益，提升土地价值的需要；是构建合作区内基础高快速路网的重要组成部分；是高速公路进出交通疏解、均衡路网体系的需要；是适应合作区区域发展，改善南北向交通现状的要求，建设需求极为迫切，对推动合作区大建设、大开发、大发展的具有重大意义。

本项目为鹏兴大道（科教大道至通港大道段）建设工程，拟建工程位于深汕特别合作区小漠片区，为城市快速路，大致呈南北走向，道路南起在建通港大道，向北与创新大道交叉后跨越赤石河、下穿现状厦深铁路和深汕高速、再与深汕大道交叉，终点接科教大道。另外，本次设计沿鹏兴大道主线新建一条中压燃气管，在鹏兴大桥主线附近下穿赤石河。根据平面布置与现状管理岸线的位置关系，鹏

兴大道项目中的鹏兴大桥工程及燃气工程跨越赤石河段位于海域，该部分工程建设用海是必要的。本项目临时围堰工程属于桥梁工程的辅助工程，施工期需占用一定面积的海域进行建设，且用海范围不在主体工程用海范围内，因此，申请围堰施工用海是必要的。

因此，本项目建设需要占用一定的海域空间，项目用海是必要的。

### 9.3 项目用海资源生态影响分析结论

#### (1) 资源影响分析结论

根据广东省政府 2022 年批复的海岸线，项目跨海桥梁、施工围堰等涉及的海岸线长共约 230m，占用岸线类型均为人工岸线。根据平面布置，本项目跨海桥梁占用岸线大部分为跨越式占用，不实际占用岸线资源。仅桥梁南侧引桥桥墩和桩基、桥梁北侧桥墩施工部分位于岸线处，形成实际岸线占用，占用海岸线长度约为 6.7m，占用岸线类型均为人工岸线，对岸线资源影响较小。

跨海桥梁桩基建设部分占用海域空间资源，一定程度上影响了所在海域的海洋空间开发活动，但桥梁水下基础结构占用的面积小，且具有不连续性，因此桥梁基础所在及周围海域仍能保持原有海域特征和生态功能。项目施工围堰在施工完成后进行拆除，恢复海域原貌，其占用的海域面积仍可被其他海洋开发活动所利用。项目用海对海域空间资源的影响较小。

#### (2) 生态影响分析结论

根据数值模拟结果，项目用海对水文动力环境及冲淤环境的影响主要集中在工程区域附近，影响范围较小，影响程度较轻。10mg/L 增量浓度悬浮泥沙的最大扩散距离约 177m，最大扩散范围 0.0843km<sup>2</sup>，主要集中在赤石河道内工程区域附近，不会对外侧海域的水质和沉积物环境产生影响，且施工悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，海区的水质和沉积物质量会逐渐恢复原有的水平。

此外，桥梁桩基、围堰工程直接占压海域以及施工悬沙扩散均会造成项目海域部分海洋生物资源损失，损失量分别为：底栖生物 465.9kg、浮游植物损失 3.64 × 10<sup>11</sup> 尾、浮游动物损失 89.54kg，鱼卵损失 1.45 × 10<sup>6</sup> 粒，仔稚鱼损失 1.12 × 10<sup>5</sup> 尾。项目建设完工后，将采取以增殖放流为主的生态补偿修复措施对受损的海洋

生物资源进行恢复。

综上，项目用海对资源生态的影响可接受。

## 9.4 项目用海开发利用协调分析结论

通过分析项目用海对周边开活动的影响，按照利益相关者的界定原则，本项目无利益相关者，协调责任部门为海事主管部门和深圳市保护区管理处。建议建设单位与上述利益相关单位及协调责任部门就利益相关内容进行协商，并签署利益相关协议，避免在营运过程中引发利益纠纷。因此，本项目用海是可协调的。

## 9.5 项目用海国土空间规划符合性分析结论

本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《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）的相关要求，与《广东省海洋主体功能区规划》《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）（草案）》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《产业结构调整指导目录（2024年本）》等省、市相关规划文件的要求相符合。

## 9.6 项目用海合理性分析结论

### （1）选址合理性

项目的选址区位条件优越、交通运输便捷、配套资源和建设条件完善，项目所在地区的社会经济条件等均能很好地支撑项目的建设。项目的选址自然资源、环境条件适宜，符合海洋功能区划和相关规划，对周边其他用海活动的影响可协调。项目用海选址合理。

### （2）用海方式合理性

本项目建设内容为桥梁工程、燃气管道工程及临时施工围堰，用海方式分别为跨海桥梁、海底电缆管道及非透水构筑物。桥梁工程采用桩基结构跨越赤石河，管道工程采用定向钻工艺下穿海底，对海域基本功能的影响均较小，围堰工程采取先用袋装土围合后用黏土回填后方的施工工艺，可减少悬浮泥沙的产生量，且

本项目施工围堰为桥梁工程建设过程中的临时设施，施工结束后将拆除。

本项目采取的用海方式可满足项目建设需求，且能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于维护海域基本功能，与周边其他用海活动无冲突，因此，本项目用海方式合理。

### （3）用海平面布置合理性

本项目平面布置在《城市道路工程设计规范（CJJ37-2012）》《输气管道工程设计规范（GB 50251-2015）》等技术规范要求下，有效集约、节约用海，最大程度减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护，因此平面布置是合理的。

### （4）用海面积合理性

本项目申请用海面积为 7.0106hm<sup>2</sup>。项目建设是严格按照相关设计规范设计的，项目申请用海面积符合项目实际需求，用海面积量算符合《海籍调查规范》的要求，用海面积合理。

### （5）用海期限合理性

本项目桥梁工程及管道工程申请用海 40 年，围堰工程申请用海 3 年，符合项目设计年限和实际需求，也符合海域使用管理法相关规定，因此，项目用海期限合理。

## 9.7 项目用海可行性分析结论

本项目的建设将改善深汕特别合作区南北走向交通现状，是构建合作区内基础高快速路网的重要组成部分，对推动合作区大建设、大开发、大发展的具有重大意义。其建设符合产业政策和《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》等相关区划规划。项目用海对周边海域资源环境的影响可接受，但对底栖生物等相关资源会产生一定影响。项目选址、平面布置、用海方式和用海面积合理，用海期限符合相关法律和实际需求。项目建设与周边其他用海活动无冲突，在切实落实报告书提出的海域使用管理对策措施和风险应急对策措施的前提下，从海域使用角度考虑，本项目用海可行。