

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙
—兴中段）工程

海域使用论证报告书

（公示稿）



中国科学院南海海洋研究所

（统一社会信用代码：12100000455858425K）

2022年11月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4401152022001496		
论证报告所属项目名称	南沙至珠海（中山）城际铁路（万顷沙—兴中段）工程		
一、编制单位基本情况			
单位名称	中国科学院南海海洋研究所		
统一社会信用代码	12100000455858425K		
法定代表人	李超伦		
联系人	魏静梅		
联系人手机	15876502804		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
李延峰	BH000102	论证项目负责人	
李延峰	BH000102	1. 概述 2. 项目用海基本情况 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 8. 海域使用对策措施 9. 结论与建议	
严静	BH000139	3. 项目所在海域概况 5. 海域开发利用协调分析	
钱江	BH000104	4. 项目用海资源环境影响分析 7. 项目用海合理性分析	
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p>承诺主体(公章):</p> <p>年 月 日</p>			

《测绘资质证书》

（证书编号：乙测资字 44507390）

	
仅用于	
乙级测绘资质证书 （副本）	
专业类别：	乙级：海洋测绘、界线与不动产测绘。***
单位名称：	中国科学院南海海洋研究所
注册地址：	广东省广州市南沙区海滨路1119号
法定代表人：	李超伦
证书编号：	乙测资字44507390
有效期至：	2026年12月12日
	发证机关（印章）  2021年12月12日

No.021688

中华人民共和国自然资源部监制

《检验检测机构资质认定证书》

（证书编号：220012342083）



检验检测机构 资质认定证书

编号：220012342083

名称：中国科学院南海海洋研究所海洋环境检测中心

地址：广东省广州市海珠区新港西路164号（510301）

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准。可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律 responsibility 由中国科学院南海海洋研究所承担。

许可使用标志



220012342083

发证日期：2022年03月02日

有效期至：2028年03月01日

发证机关



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。



《质量管理体系认证证书》

（证书编号：02421Q32012341R7M）



环通认证中心有限公司

质量管理体系认证证书

编号：02421Q32012341R7M

兹证明

中国科学院南海海洋研究所

（统一社会信用代码：12100000455858425K）

（注册地址：广东省广州市南沙区海滨路 1119 号 邮编：510301）

（通讯/经营地址：广东省广州市海珠区新港西路 164 号 邮编：510301）

质量管理体系符合标准：

GB/T19001-2016/ISO9001:2015

质量管理体系覆盖范围：

南海及邻近大洋海洋环境和资源的综合调查研究与开发

发证日期：2021-08-19

证书有效期至：2024-08-18

初始获证日期：1998-02-16

（本证书有效期内每年需进行监督审核，证书是否继续有效以是否加贴监督合格标志为准。）

机构印章：



签发(主任)：

第一次监督
合格标志加贴处

第二次监督
合格标志加贴处

第三次监督
合格标志加贴处



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C024-M

证书查询方式：可通过深圳市环通认证中心有限公司官网（www.ucccert.com），或国家认证认可监督管理委员会官网（www.cnca.gov.cn）查询
认证机构联系电话：(+86 755)83355888 地址：深圳市福田区侨香路裕和大厦六楼
The most recent information and status of the certificate are available from the UCC website(www.ucccert.com) or CNCA website(www.cnca.gov.cn)
UCC telephone number: (+86 755)83355888 Address: 6/F,Yuhe Building,Qiaoxiang Road,Shenzhen,PR.China



目 录

1.概述	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	3
1.2.1 法律法规及文件	3
1.2.2 技术标准和规范	5
1.2.3 项目基础资料	5
1.3 论证工作等级和范围	6
1.3.1 论证工作等级	6
1.3.2 论证范围	6
1.4 论证重点	7
2.项目用海基本情况	8
2.1 用海项目建设内容	8
2.2 平面布置和主要结构、尺度	10
2.2.1 总体工程平面布置	10
2.2.2 涉海段平纵断面结构	20
2.2.3 盾构隧道结构	21
2.2.4 配套工程	24
2.3 项目主要施工工艺和方法	26
2.3.1 施工方法	26
2.3.2 弃渣产生量及去向	30
2.3.3 施工进度计划	30
2.4 项目申请用海情况	32
2.5 项目用海必要性	33
2.5.1 项目建设必要性	33
2.5.2 项目用海必要性	39
3.项目所在海域概况	40
3.1 工程区域自然环境概况	40
3.1.1 地理位置	40
3.1.2 地质地貌	41
3.1.3 气候气象	58
3.1.4 海洋水文	60
3.1.5 海洋水质现状与评价	69
3.1.6 海洋沉积物质量现状与评价	76
3.1.7 海洋生物质量现状与评价	77
3.2 海洋生态生物资源概况	80
3.2.1 调查方法	80
3.2.2 海洋生态调查结果	83
3.2.3 渔业资源调查结果	84
3.2.4“三场一通道”概况	86
3.3 自然资源概况	89
3.3.1 港口资源	89
3.3.2 航道、锚地资源	89
3.3.3 海岛资源	91
3.3.4 旅游资源	91
3.3.5 湿地资源	92
3.4 开发利用现状	93
3.4.1 社会经济概况	93

3.4.2 海域使用现状.....	96
3.4.3 海域权属现状.....	98
4.项目用海资源环境影响分析	104
4.1 项目用海环境影响分析.....	104
4.1.1 对海域水文动力条件影响分析.....	104
4.1.2 对地形地貌与冲淤环境影响分析.....	104
4.1.3 对水质环境的影响分析.....	104
4.1.4 对沉积物环境影响分析.....	105
4.2 项目用海生态影响分析.....	106
4.2.1 施工期对海洋生态的影响分析.....	106
4.2.2 营运期对海洋生态的影响分析.....	106
4.2.3 对红树林的影响分析.....	107
4.3 项目用海资源影响分析.....	108
4.3.1 岸线和滩涂资源.....	108
4.3.2 海洋生物资源.....	108
4.3.3 海域通航资源.....	108
4.4 项目用海风险分析.....	108
4.4.1 风险识别与分析.....	108
4.4.2 风险概率分析.....	110
4.4.3 风险事故影响分析.....	110
5.海域开发利用协调分析	112
5.1 项目用海对海域开发活动的影响.....	112
5.2 利益相关者界定.....	114
5.3 相关利益协调分析.....	115
5.4 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析.....	116
6.项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	117
6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析.....	117
6.1.1 项目所在海洋功能区划.....	117
6.1.2 项目用海对海洋功能区的影响分析.....	121
6.1.3 与功能区划的符合性分析.....	122
6.2 项目用海与相关规划符合性分析.....	124
6.2.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性.....	124
6.2.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性.....	124
6.2.3 与《广东省海洋生态红线》的符合性.....	125
6.2.4 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性.....	135
6.2.5 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》的符合性.....	135
6.2.6 与《广东省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.....	136
6.2.7 与《粤港澳大湾区发展规划纲要》、《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》的符合性.....	137
6.2.8 与《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》的符合性.....	138
6.2.9 与《中山市国土空间总体规划（2020-2035）》的符合性.....	138
6.2.10 与“三线一单”生态环境分区管控方案的符合性.....	139
7.项目用海合理性分析	143
7.1 用海选址（线）合理性分析.....	143
7.2 用海方式和平面布置合理性分析.....	147
7.2.1 用海方式合理性分析.....	147
7.2.2 平面布置合理性分析.....	148

7.3 用海面积合理性分析.....	149
7.3.1 用海面积合理性分析.....	149
7.3.2 宗海图绘制.....	149
7.3.3 项目用海面积量算.....	150
7.4 用海期限合理性分析.....	157
8.海域使用对策措施	158
8.1 区划实施对策措施.....	158
8.2 开发协调对策措施.....	160
8.3 风险防范对策措施.....	161
8.3.1 风险规避基本对策.....	161
8.3.2 结构安全风险规避对策.....	162
8.3.3 减少不良地质现象发生的防范措施.....	163
8.3.4 防止自然灾害风险的措施及应急方案.....	163
8.4 监督管理对策措施.....	165
8.4.1 监督管理内容.....	165
8.4.2 具体的监督管理措施.....	165
8.5 海洋生态建设方案.....	167
8.5.1 产业政策与规划符合性.....	167
8.5.2 岸线与滩涂资源利用.....	167
8.5.3 用海方式与布局合理性分析.....	167
8.5.4 污染物排放与控制.....	168
8.5.5 生态保护与修复.....	168
8.5.6 生态环境监测方案.....	168
9.结论与建议	169
9.1 结论	169
9.1.1 项目用海基本情况.....	169
9.1.2 项目用海必要性结论.....	169
9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论.....	169
9.1.4 海域开发利用协调分析结论.....	170
9.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论.....	170
9.1.6 项目用海合理性分析结论.....	171
9.1.7 项目用海可行性结论.....	171
9.2 建议	172
资料来源说明	173
1. 引用资料	173
海洋生态调查种类名录.....	174
附表 I 浮游植物名录	174
附表 II 浮游动物名录.....	176
附表 III 底栖生物名录.....	177
附表 IV 潮间带生物名录.....	178
附表 V 游泳生物名录.....	179
2. 现场勘查资料.....	181
附件	182

1.概述

1.1 论证工作由来

历经多年发展，湾区地铁，从广州、深圳等城市独立发展，到广州与佛山互联，再到广州、深圳与周边多个城市互联互通；湾区轨道，从“普速铁路+地铁”的传统二元结构，发展成为“国铁、城际、地铁”多网并存的多层级网络体系。截至2020年底，大湾区轨道交通（含国铁、城际、地铁）规划总里程超过9000公里，已建成超3000公里，大湾区轨道交通规划建设位居全国前列。

对标更高质量一体化发展要求，目前大湾区轨道交通一体化发展水平仍待提升，对湾区空间分布、人口与产业发展的支撑与引领作用有待加强。当前全球经济环境深刻变化，我国经济转向高质量发展阶段，新时代背景下国家战略对大湾区轨道交通发展提出新的更高要求，打造“轨道上的大湾区”，建设多种轨道网络融合发展、高水平互联互通的湾区轨道系统，发挥轨道交通对建设“国际一流湾区和世界级城市群”的支撑与引领作用。

2019年2月18日，中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》。《粤港澳大湾区发展规划纲要》明确提出加强基础设施建设，畅通对外联系通道，提升内部联通水平，推动形成布局合理、功能完善、衔接顺畅、运作高效的基础设施网络，为粤港澳大湾区经济社会发展提供有力支撑。特别提出构筑大湾区快速交通网络。以连通内地与港澳以及珠江口东西两岸为重点，构建以高速铁路、城际铁路和高等级公路为主体的城际快速交通网络，力争实现大湾区主要城市间1小时通达；同时完善大湾区铁路骨干网络，加快城际铁路建设，有序规划珠三角主要城市的城市轨道交通项目。

根据《关于粤港澳大湾区城际铁路建设规划的批复》（发改基础〔2020〕1238号），南沙至珠海（中山）城际工程为近期实施工程，考虑到珠海市国土空间暂未稳定，西岸初期三市客流交互培育尚不成熟，且同步建设广中珠澳高铁、广南联络线等多条南北向通道，本期先行建设南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程（以下简称“本项目”），拟补珠江西岸东西向城际铁路不足，完善线网结构，实现广州、中山两市核心区之间的快速直通衔接，对于推进粤港澳大湾区一体化布局，促进各城市协同发展，优化生产力布局起到重要作用。提升南沙在湾区的影响力，支持中山市国土空间结构发展。

本项目位于粤港澳大湾区西岸，途径广州南沙、中山，是粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。本项目线路北端与广州市轨道交通十八号线起点站万顷沙站衔接，向南经广州市南沙区、中山市翠亨新区、南朗镇、火炬开发区、岐江新城、石岐区、东区至终点站兴中站。线路全长46.9km，其中地上段10.6km，地下段36.3km；新建车站12座（地上站3座），其中初期开通9座车站（地上站1座），设3座预留站（地上站2座），分别为十涌站（预留）、十二涌站、十六涌站、香山站、火炬东站（预留）、火炬站、张家边站、中山站、岐江新城站、总部经济区站（预留）、石岐站、兴中站。初期平均站间距5.2km，远期平均站间距3.9km。新建停车场1座，为烟筒山停车场。

本报告海域使用论证对象是南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域段，长约3.3km。本项目涉海工程全部采用盾构施工方案，其中十六涌至香山段涉海工程采用单洞双线隧道方案，涉海段里程号为YCK58.2~YCK60.8，下穿洪奇沥水道，总长约2.6km，隧道与洪奇沥水道最小净距约为13m；香山-火炬东站段涉海工程采用双洞单线隧道方案，涉海段里程号为YCK52.7~YCK53.4，下穿横门水道南支，总长约0.7km，隧道与横门水道南支最小净距约为10m。本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，拟申请用海总面积为10.9805公顷，均为海底隧道用海，其中洪奇沥水道海底隧道用海面积8.3571公顷，横门水道南支海底隧道用海面积2.6234公顷。项目用海不占用岸线，申请用海期限为50年。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《广东省海域使用管理条例》和《海域使用论证技术导则》的规定和要求，为保护海域生态环境，促进海域资源合理开发和可持续利用，维护海域使用权人的合法权益，加强海域使用管理，广州地铁集团有限公司委托中国科学院南海海洋研究所对南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程开展海域使用论证工作。

论证单位在接受建设单位委托后，组织相关人员对现场进行了勘查，通过收集资料、整理与分析，并按照相关技术导则的要求，编制完成了《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书》，拟作为自然资源行政主管部门科学管理和决策的依据。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规及文件

- 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，2001年；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》，全国人大常委会，2017年；
- 《中华人民共和国海岛保护法》，全国人大常委会，2010年；
- 《中华人民共和国渔业法》，全国人大常委会，2013年；
- 《中华人民共和国野生动物保护法》，全国人大常委会，2016年；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2016年；
- 《中华人民共和国港口法》，全国人大常委会，2015年；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年；
- 《中华人民共和国航道法》，2016年；
- 《中华人民共和国湿地保护法》，2021年；
- 《中华人民共和国固体废弃物污染环境防治法》，全国人大常委会，2020年；
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年；
- 《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院令第687号，2017年；
- 《海洋自然保护区管理办法》，国家海洋局，1995年；
- 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅 国务院办公厅，2019年；
- 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见的通知》，中共中央办公厅 国务院办公厅，2017年；
- 《国家海洋局办公室关于印发<建设项目用海面积控制指标（试行）>的通知》，国家海洋局办公室，2017年；
- 《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》，自然资源部，2021年；
- 《自然资源部 财政部 生态环境部 水利部 国家林业和草原局关于印发<自然资源统一确权登记暂行办法>的通知》，自然资发[2019]116号，2019年；
- 《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》，国发[2015]42号，2015年；

- 《全国海洋功能区划（2011-2020年）》，国务院，2012年；
- 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》，国发[2018]24号，2018年；
- 《关于印发〈调整海域 无居民海岛使用金征收标准〉的通知》，财综[2018]15号，2018年；
- 《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；
- 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海报批的函》，自然资办函[2022]2207号；
- 《粤港澳大湾区发展规划纲要》，中共中央 国务院，2019年；
- 《关于粤港澳大湾区城际铁路建设规划的批复》，发改基础[2020]1238号；
- 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，国函[2012]182号；
- 《广东省海域使用管理条例》，广东省人大常委，2021年；
- 《广东省自然资源厅关于转发自然资源部等有关做好用地用海要素保障文件的通知》，粤自然资函[2022]880号；
- 《广东省湿地保护条例》，2020年；
- 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，粤府[2017]120号；
- 《广东省严格保护岸段名录》，广东省人民政府，粤府函[2018]28号；
- 《广东省人民政府办公厅关于印发加强我省海岸带保护和科学利用工作方案的通知》，广东省人民政府办公厅，粤办函[2015]533号；
- 《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》，广东省人民政府，粤府[2012]120号；
- 《广东海洋经济综合试验区发展规划》，国务院，国函[2011]81号；
- 《广东省人民政府关于印发广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）的通知》，广东省人民政府，粤府[2017]119号；
- 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》，广东省人民政府，粤府函[2017]275号；
- 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，广东省人民政府办公厅，粤府办[2017]62号；
- 《广东省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》，2021年；

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

- 《广州市人民政府关于印发广州市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，穗府规[2021]4号；

- 《中山市人民政府关于印发中山市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，中府[2021]63号。

1.2.2 技术标准和规范

- 《海域使用论证技术导则》（国海发[2010]22号），国家海洋局，2010；
- 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018；
- 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；
- 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；
- 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；
- 《海水水质标准》，GB 3097-1997；
- 《海洋生物质量》，GB 18421-2001；
- 《海洋沉积物质量》，GB 18668-2002；
- 《海域使用面积测量规范》，HY 070-2003；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110-2007；
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014；
- 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018。

1.2.3 项目基础资料

- 《南沙至珠海（中山）城际铁路南沙至兴中段工程可行性研究报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际前期深化研究项目一期工程初步勘察阶段岩土工程勘察报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段工程海洋环境影响专题报告》；
- 建设单位提供的其他资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目用海类型属海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。本项目涉海工程全部采用盾构施工方案，属暗挖海底隧道。

依据《海域使用论证技术导则》（2010年）中对海域使用论证等级的判定依据（见表 1.3-1，节选导则中表 1），确定本项目各用海单元的论证等级，根据等级划分就高不就低原则，本项目海域使用论证等级为二级。

表 1.3-1 海域使用论证工作等级划分表

一级用海方式	二级用海方式		论证等级判据		
			用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物用海	跨海桥梁、海底隧道用海	跨海桥梁	长度 $\geq 2000\text{m}$	所有海域	一
			长度 $(800\sim 2000)\text{m}$	敏感海域	一
				其他海域	二
			长度 $\leq 800\text{m}$	所有海域	二
		单跨跨海桥梁	所有海域	三	
		明挖海底隧道	所有规模	所有海域	一
		暗挖海底隧道	所有规模	所有海域	二
		海底仓储	所有规模	所有海域	一
	海底水族馆等	所有规模	所有海域	二	

等级划分补充规定：同一项目用海类型、规模或者方式规定的等级不一致时，采用就高不就低的原则；其他用海根据用海类型、规模、方式，参照本表确定的海域使用等级。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》，线型工程二级论证范围是以项目用海外缘线每侧向外扩展 3km 划定。根据本项目所在海域特征，考虑项目用海的影响范围和程度，确定本项目论证范围为北纬 $22^{\circ}26'$ 至 $22^{\circ}28'$ ，东经 $113^{\circ}33'$ 至 $113^{\circ}40'$ 的海域范围，面积约 138km^2 ，如图 1.3-1 所示。

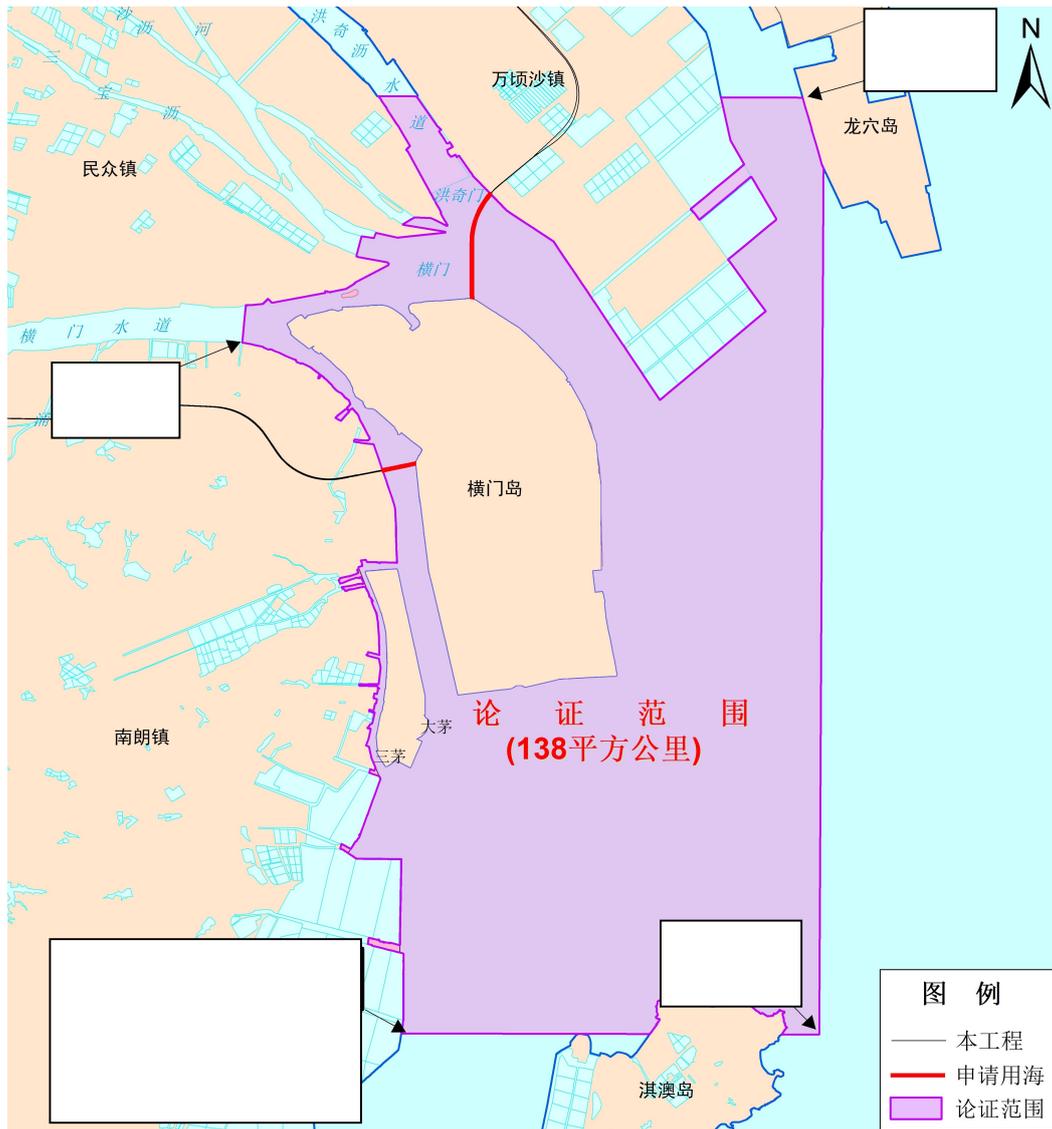


图 1.3-1 本项目论证范围示意图

1.4 论证重点

根据项目用海具体情况和所在海域特征，参照《海域使用论证技术导则》中表 D.1，本项目属于海底工程用海中的海底隧道用海，项目用海范围周边存在利益相关者，根据海域使用论证重点参照表，确定本项目论证重点如下：

- (1) 项目用海选址（线）合理性分析；
- (2) 项目用海面积合理性分析；
- (3) 海域开发利用协调分析。

2. 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程

项目性质：新建工程

建设单位：广州地铁集团有限公司

投资规模：本项目总投资 315.32 亿元；涉海段投资约 20 亿元。

项目位置：本项目位于粤港澳大湾区西岸，途径广州南沙、中山，是粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。本项目线路起于万顷沙站，终点站兴中站。涉海工程两处，分别下穿洪奇沥水道和横门水道南支，合计约 3.3km。

建设规模：本项目为双线城际铁路，设计车速160km/h。线路北端与广州市轨道交通十八号线起点站万顷沙站衔接，向南经广州市南沙区、中山市翠亨新区、南朗镇、火炬开发区、岐江新城、石岐区、东区至终点站兴中站。线路全长46.9km，其中地上段10.6km，地下段36.3km；新建车站12座（地上站3座），其中初期开通9座车站（地上站1座），设3座预留站（地上站2座），分别为十涌站（预留）、十二涌站、十六涌站、香山站、火炬东站（预留）、火炬站、张家边站、中山站、岐江新城站、总部经济区站（预留）、石岐站、兴中站。初期平均站间距5.2km，远期平均站间距3.9km。新建停车场1座，为烟筒山停车场。

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域段长约3.3km。本项目涉海工程均为海底隧道，全部采用盾构施工方法，其中十六涌至香山段涉海工程采用单洞双线隧道方案，涉海段里程号为YCK58.2~YCK60.8，下穿洪奇沥水道，总长约2.6km，隧道与洪奇沥水道最小净距约为13m；香山-火炬东站段涉海工程采用双洞单线隧道方案，涉海段里程号为YCK52.7~YCK53.4，下穿横门水道南支，总长约0.7km，隧道与横门水道南支最小净距约为10m。

项目工期：本工程（全线）总工期约5年。

主要技术指标如下：

- 1) 铁路等级：城际铁路；
- 2) 正线数目：双线；
- 3) 速度目标值：160km/h；
- 4) 正线线间距：一般地面段4.2m，地下段线间距根据车站形式、地质条件、

工法等综合确定；

5) 最小曲线半径：一般1500m，困难1300m；限速地段以及车站两端减、加速地段，可采用与行车速度相适应的线路平面标准；

6) 最大坡度：正线：困难不超过30%，其中4节、8节列车混跑段不大于24%；出入段线：一般30%，困难35%；

7) 牵引种类：电力；

8) 动车组类型及编组：市域D型车，4辆、8辆编组，兼容湾区城际列车；

9) 调度指挥系统：调度集中（列车自动监控子系统和运输调度指挥子系统）；

10) 列车运行控制方式：采用基于通信移动闭塞制式的列车自动控制系统（CBTC）；

11) 建筑限界：按《城际铁路设计规范》（TB10623-2014）要求执行。站台建筑限界（侧线站台为1750mm；正线站台，无列车通过或列车通过速度不大于80km/h时为1750mm，列车通过速度大于80km/h时为1800mm）。

12) 通风空调：地下站按站台设置全封闭站台门设计通风空调系统。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总体工程平面布置

本项目经过广州市南沙区，中山市翠亨新区、火炬开发区、南朗镇、石岐街道、东区街道，实现广州至中山中心城区45分钟通达，打造湾区内部更高出行标准，对促进粤港澳大湾区协同发展、一体化进程具有重要意义。同时本线也实现中山市域主中心快速衔接，与中山城市轨道交通线网无缝衔接，满足中山内部轨道出行需求，支持中山空间结构发展。

本段线路北起万顷沙枢纽，自广州地铁十八号线一期工程万顷沙站站后区间接出，之后转入灵新大道路走行，于九涌前逐步由地下转为高架敷设，至十涌南侧设十涌站（预留），至灵新大道与生态大道交叉口处设十二涌站，线路上跨十四涌后逐步由高架转为地下敷设，下穿南沙港高速后逐步转向西，进入万环西路走行，下穿南中高速后，至恒大国际旅游城东侧设十六涌站，出站后线路折向西南，下穿洪奇沥水道，进入中山市翠亨新区起步区（马鞍岛），进入翠澜道走行，至和信路交叉口设香山站，出站后沿深中通道北侧转向西，下穿横门水道，进入中山市南朗镇，穿越大尖峰后逐步转为高架敷设，于珊洲村北侧世纪大道与东利路交叉口处设火炬东站（预留），之后线路继续沿世纪大道走行，在欧亚路与玉泉路之间由高架转为地下敷设，至与港义路交叉口东侧设火炬站，出站后线路继续沿世纪大道走行，在兴业路与世纪大道交叉口西侧地块内设张家边站，衔接烟筒山停车场；随后下穿烟筒山，至广珠城际中山站西侧设中山站；之后线路向北转向濠江西路敷设，在濠江西路与长江路交叉口西侧设置岐江新城站，随后线路转向岐江新城规划路敷设，在规划路与勤学路交叉口处设总部经济区站（预留），出站后线路转入富康路走行，在康华路交叉口北侧设置石岐站，随后沿兴中道敷设，在孙文东路交叉口北侧设兴中站。线路全长46.9km，其中地上段10.6km，地下段36.3km；新建车站12座（地上站3座），其中初期开通9座车站（地上站1座），设3座预留站（地上站2座），分别为十涌站（预留）、十二涌站、十六涌站、香山站、火炬东站（预留）、火炬站、张家边站、中山站、岐江新城站、总部经济区站（预留）、石岐站、兴中站。初期平均站间距5.2km，远期平均站间距3.9km。

本线新建停车场1座，为烟筒山停车场。南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段线路示意图2.2-1，平纵面示意图2.2-2。

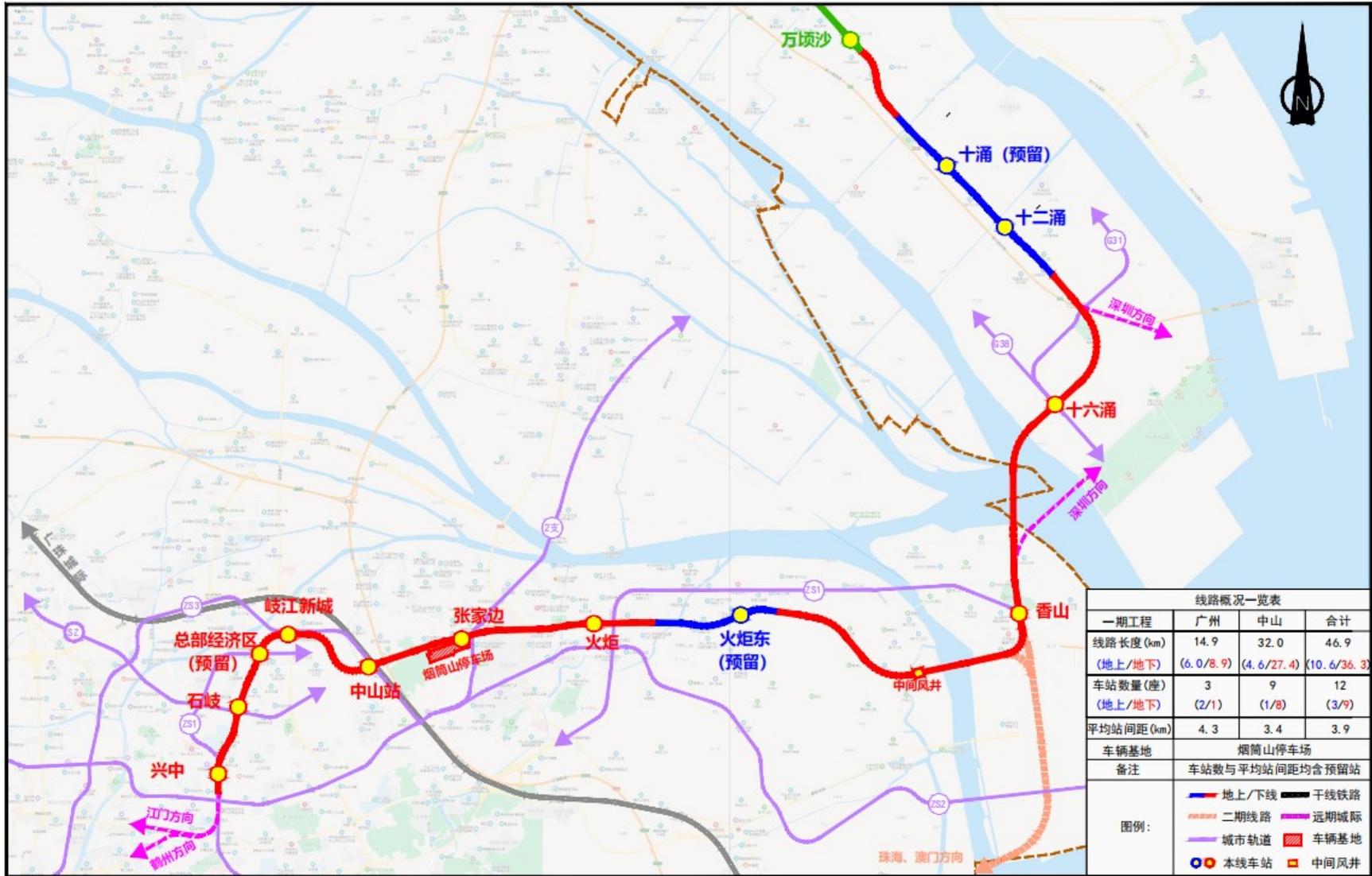


图 2.2-1 南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段线路示意图

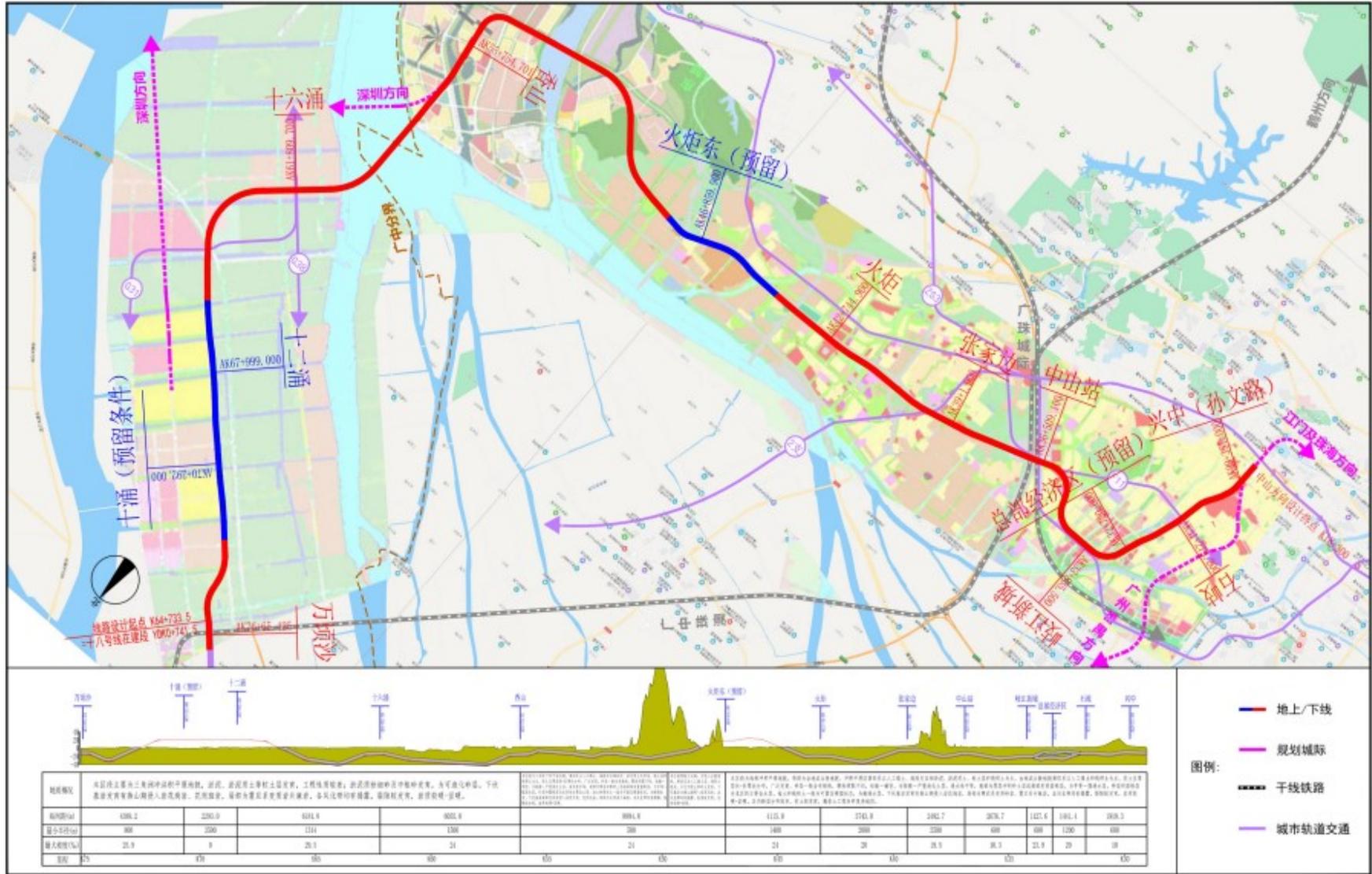


图 2.2-2 南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段线路平纵面示意图

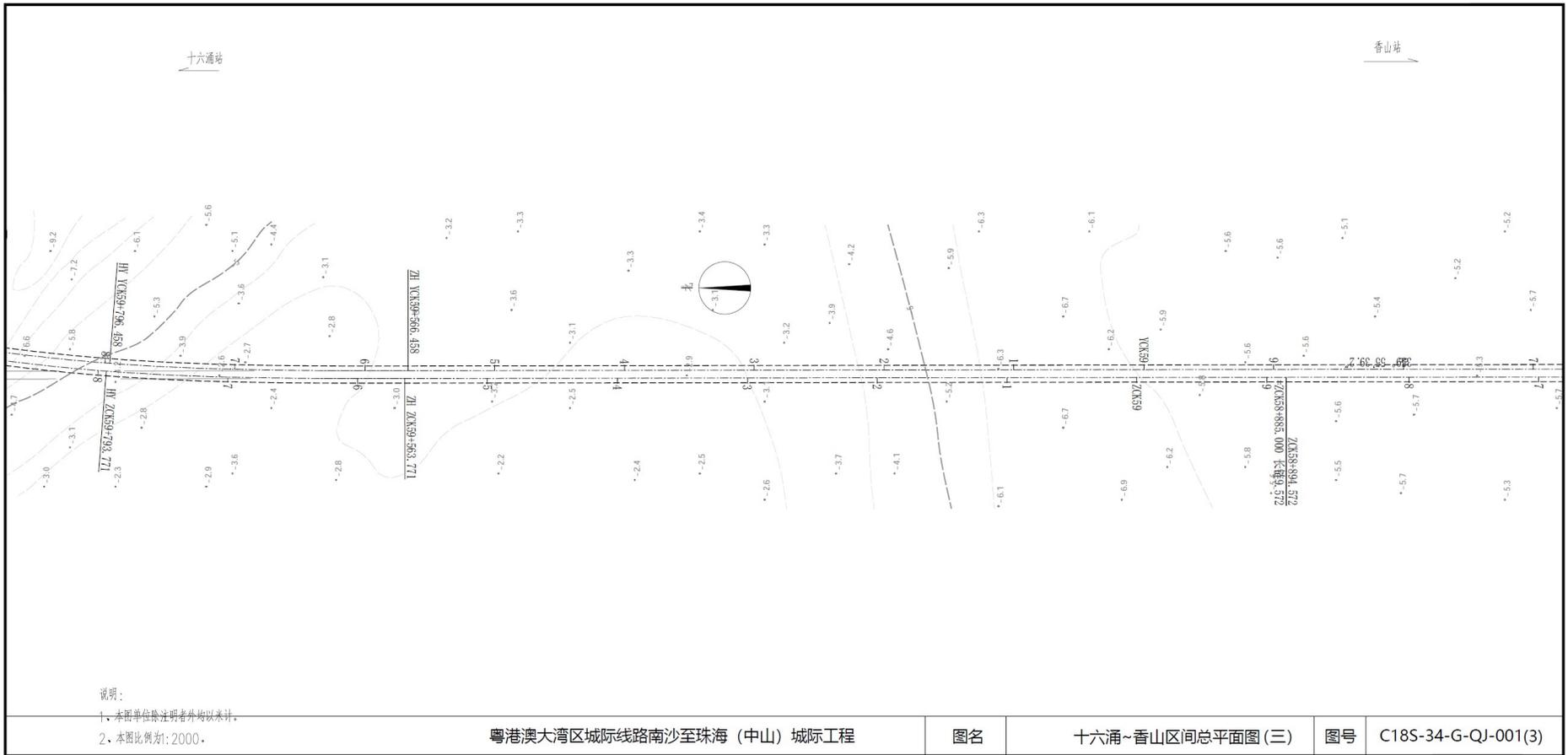


图 2.2-4 线路平面图（十六涌至香山段涉海工程段）

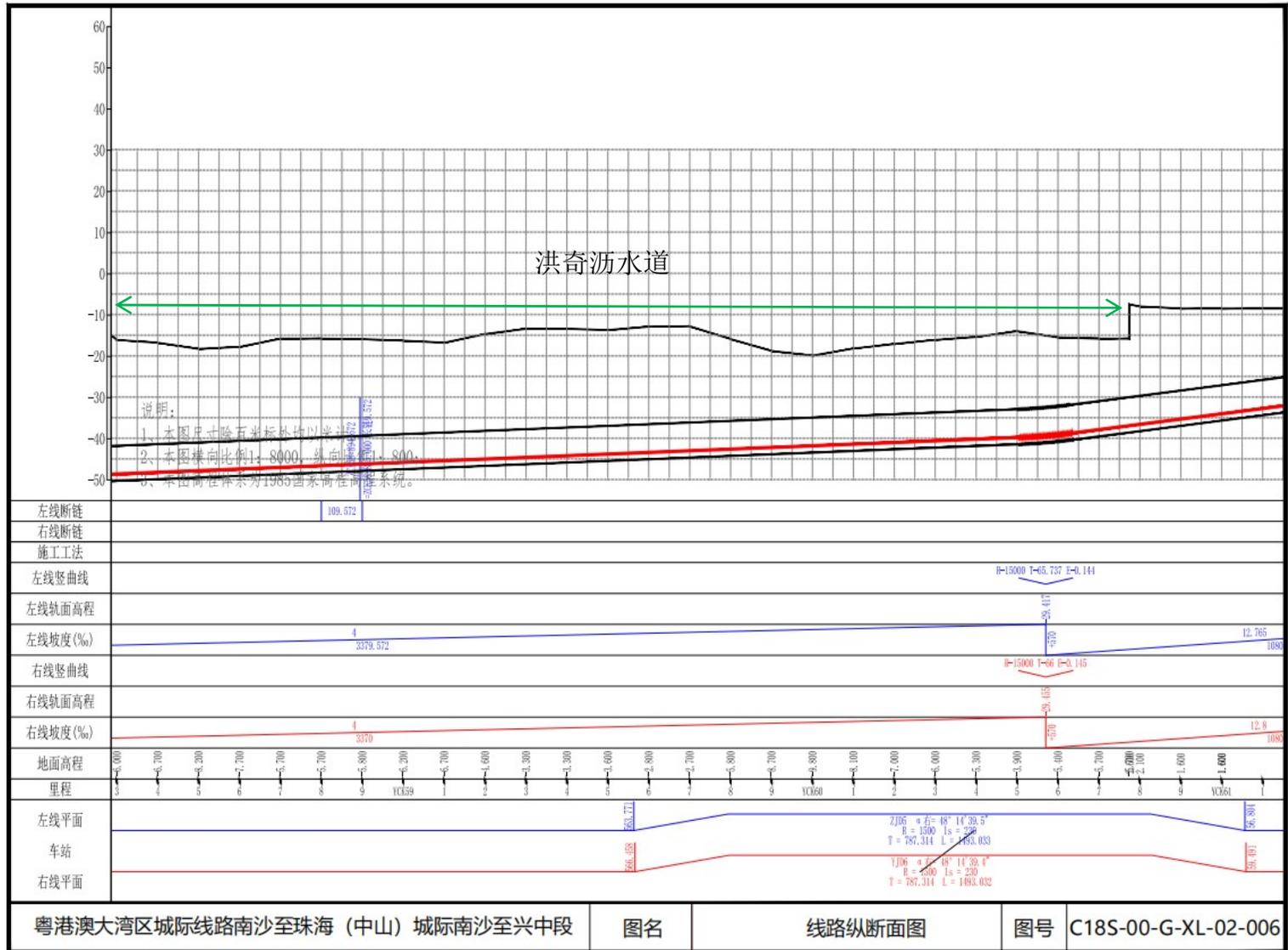


图 2.2-6 线路纵断面图（十六涌至香山段涉海工程段） 单位：m

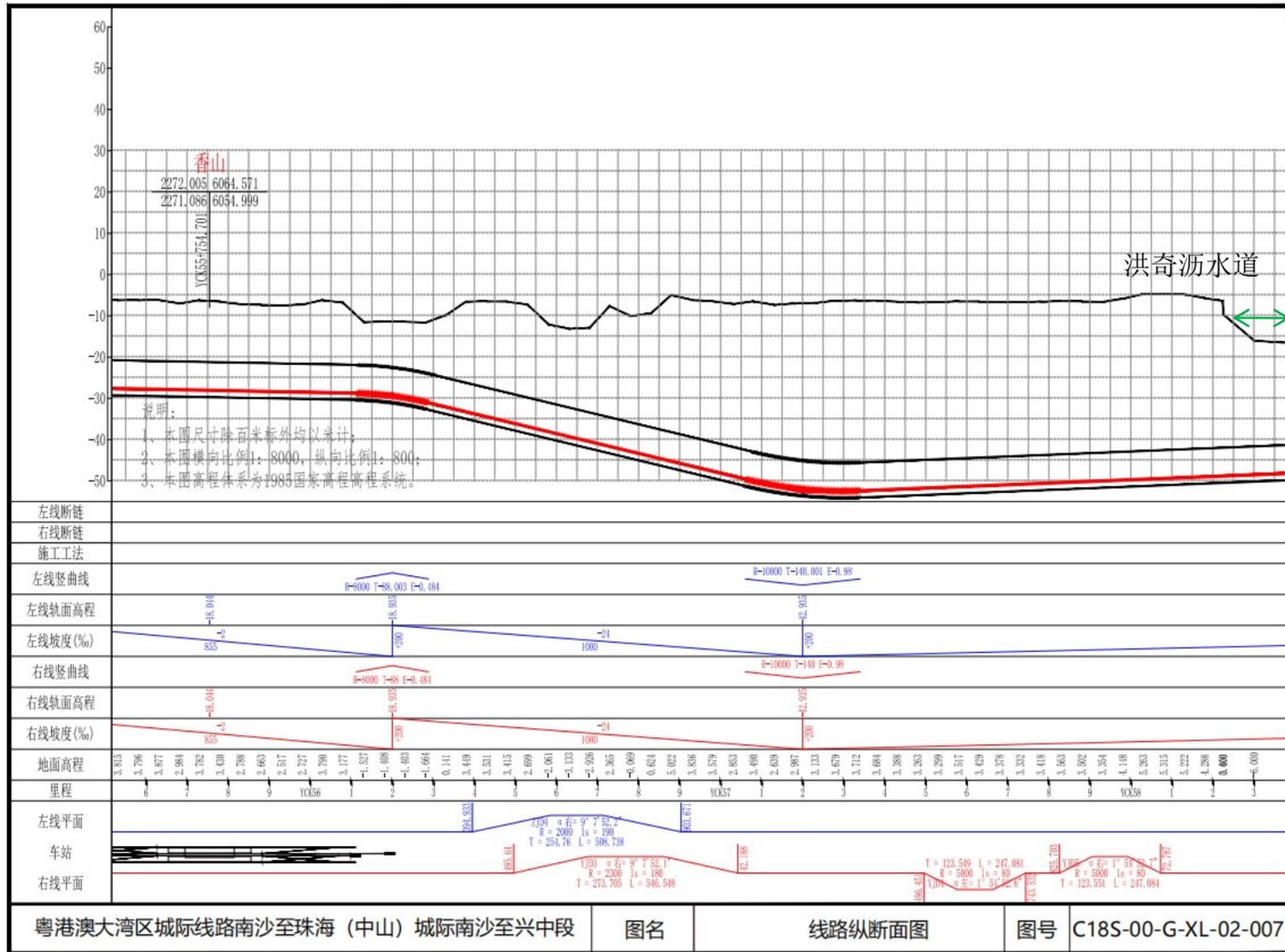


图 2.2-7 线路纵面图（十六涌至香山段涉海工程段） 单位：m

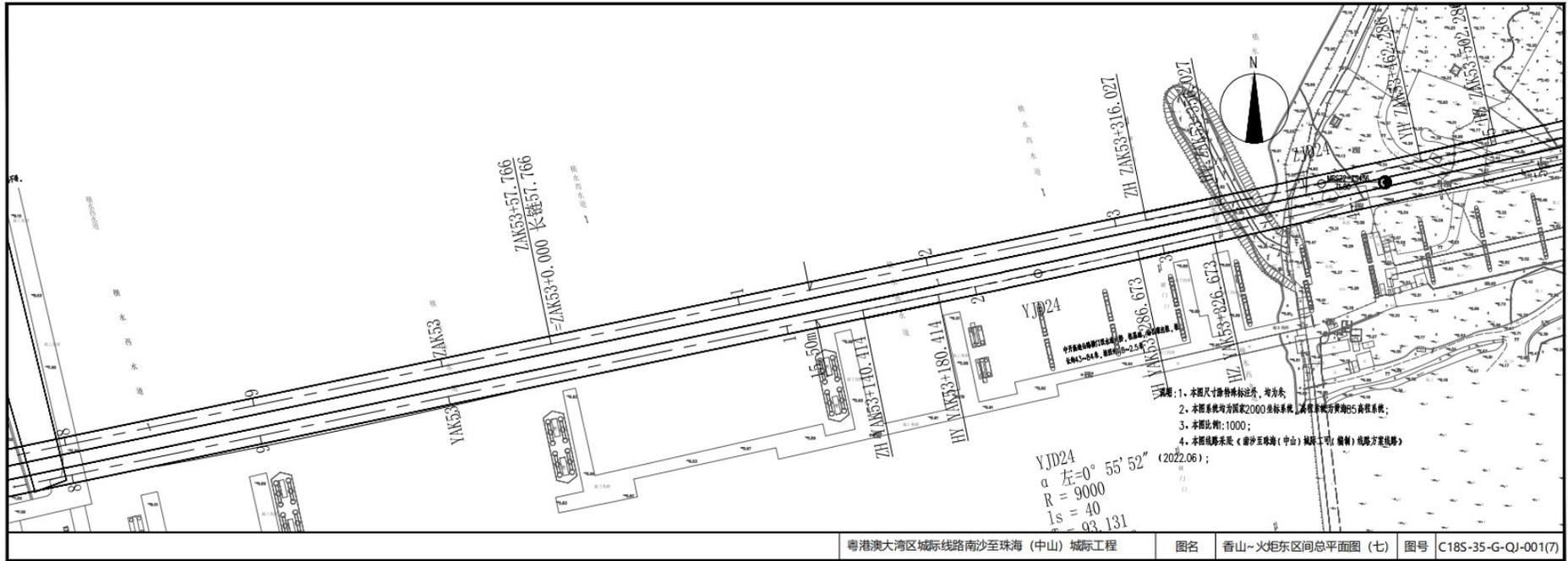


图 2.2-8 线路平面图（香山至火炬东站涉海工程段）

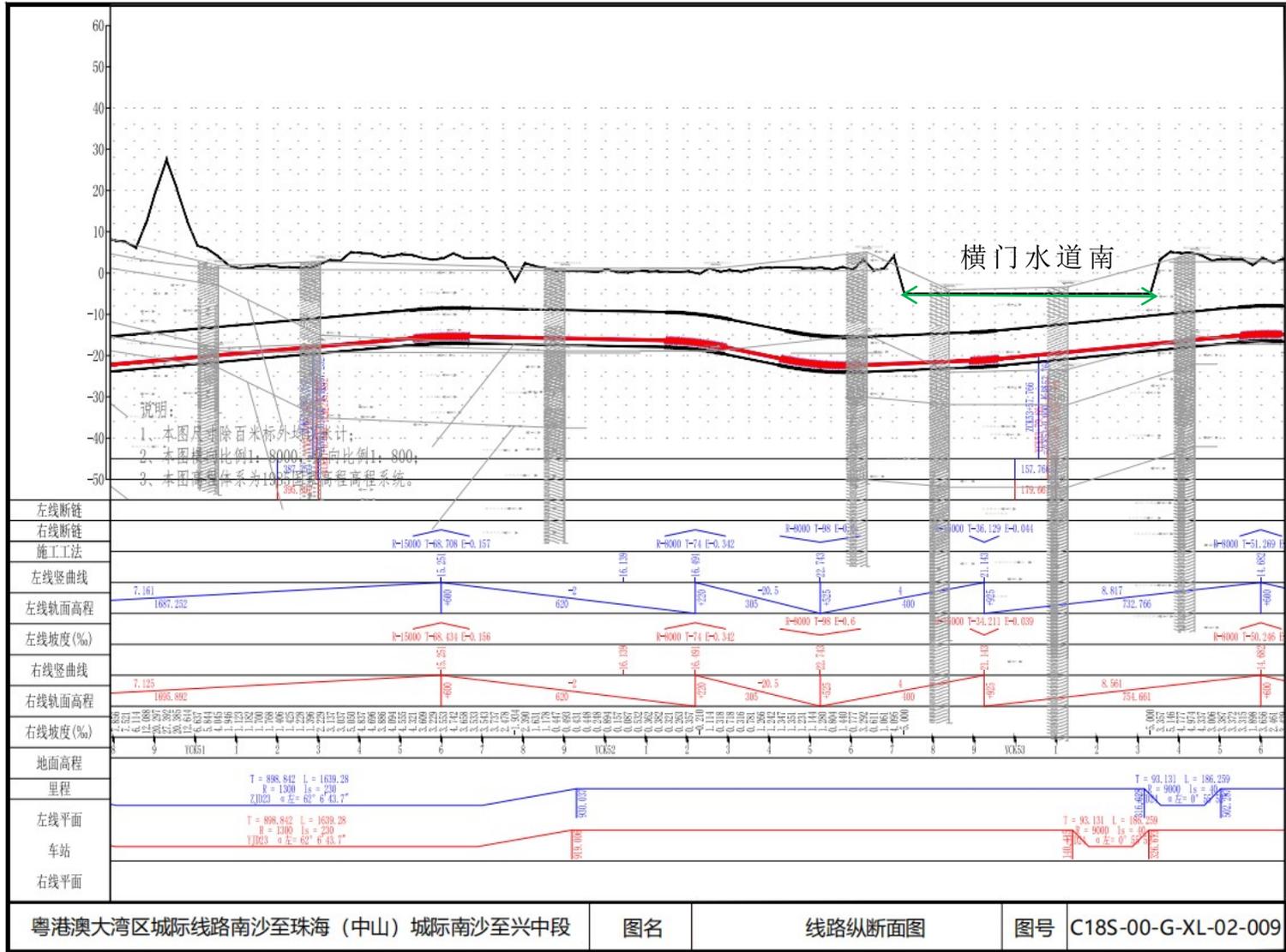


图 2.2-9 线路纵断面图（香山至火炬东站涉海工程段） 单位：m

2.2.2 涉海段平纵断面结构

(1) 平纵面布置

由本项目总平面布置图可以看出，涉海段主要布置在于十六涌站-香山站，以及香山站-火炬东站（预留）两段。具体为十六涌站出站后线路折向西南，下穿洪奇沥水道，进入中山市翠亨新区起步区（马鞍岛），进入翠澜道走行，至和信路交叉口设香山站，出站后沿深中通道北侧转向西，下穿横门水道南支，进入中山市南朗镇，穿越大尖峰后逐步转为高架敷设，于珊洲村北侧世纪大道与东利路交叉口处设火炬东站（预留）。

本项目涉海工程段长约 3.3km，其中十六涌站-香山站段涉海段里程号范围：YCK58.2~YCK60.8，下穿洪奇沥水道，总长约 2.6km，隧道与洪奇沥水道最小净距约为 13m；香山站-火炬东站（预留）段涉海段里程号范围：YCK52.7~YCK53.4，下穿横门水道南支，总长约 0.7km，隧道与横门水道南支最小净距约为 10m。

本项目涉海工程平面图、纵断面图详见图 2.2-3~图 2.2-9。

(2) 横断面布置

本项目圆形隧道根据全线盾构地段平面最小曲线半径、最大超高值和空气动力学因素确定建筑限界，单线圆形隧道建筑限界直径为 7400mm，考虑 150mm 的施工误差及变形余量和后期维护空间，盾构隧道内径确定为 7700mm。

1) 轨面以上净空有效面积

根据《城际铁路设计规范》规定：旅客列车最高行车速度 160km/h 时，单线隧道直线段轨面以上净空横断面面积不小于 35m²，双线隧道轨面以上净空横断面面积不小于 64m²。

2) 疏散（救援）通道

隧道内应设置疏散（救援）通道。结合本线路的车型选型，地下区间优先采用高疏散平台，平台面应低于车厢地板面不大于 200mm。平台宽度：单线，一般情况不小于 800mm，困难情况不小于 600mm；双线，一般情况不小于 1000mm，困难情况不小于 800mm；如考虑长大区间救援需要，平台宽度大于 1000mm。平台高度：不小于 2000mm。

3) 隧道横断面

十六涌至香山段涉海工程采用单洞双线隧道方案；香山-火炬东站段涉海工

程采用双洞单线隧道方案。隧道横断面示意图。

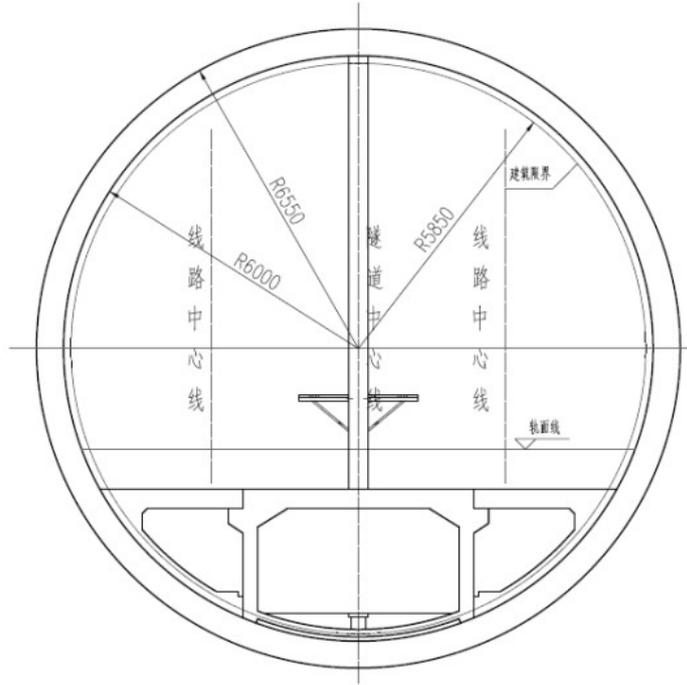


图 3.2-10a 单洞双线盾构隧道横断面图（单位：mm）

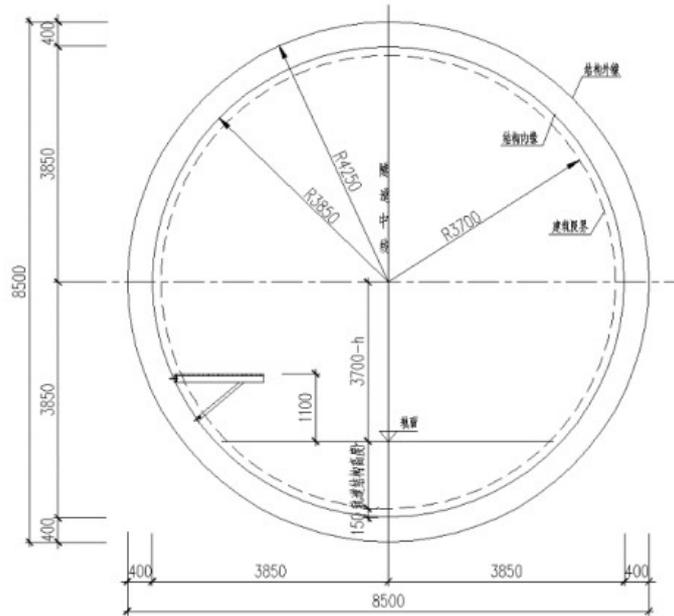


图 3.2-10b 双洞单线盾构隧道横断面图（单位：mm）

2.2.3 盾构隧道结构

(1) 盾构管片结构

本工程圆形隧道采用单层衬砌结构，衬砌管片拼装形式采用错缝拼装，设置弯螺栓。

（2）衬砌环类型、管片厚度、分块及宽度

本工程采用通用楔形环。根据隧道覆土厚度、工程地质与水文地质条件、盾构机选型及工程环境条件，经结构计算并结合工程类比。对于单洞单线标准盾构隧道采用外径 8.5m，内径 7.7m，管片厚度 0.4m，环宽 1.6m。对于单洞双线盾构隧道采用外径 13.1m，内径 12m，管片厚度 0.55m，环宽 2m。对于 $\phi 8.5\text{m}$ 盾构，采用“4+2+1”分块模式。对于 $\phi 13.1\text{m}$ 盾构，采用“6+2+1”分块模式。

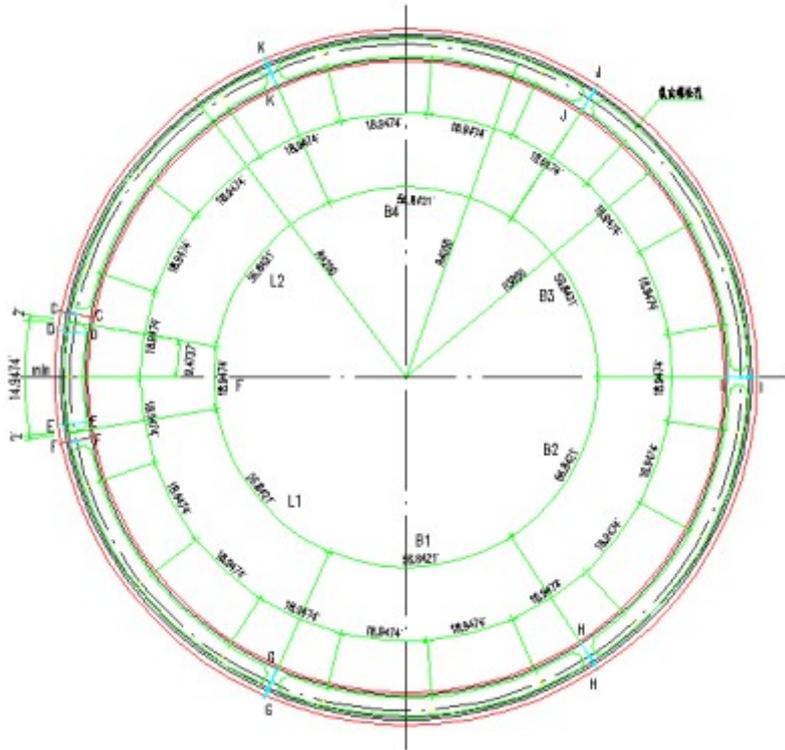


图 3.2-11a 标准盾构（ $\phi 8.5\text{m}$ ）管片分块示意图

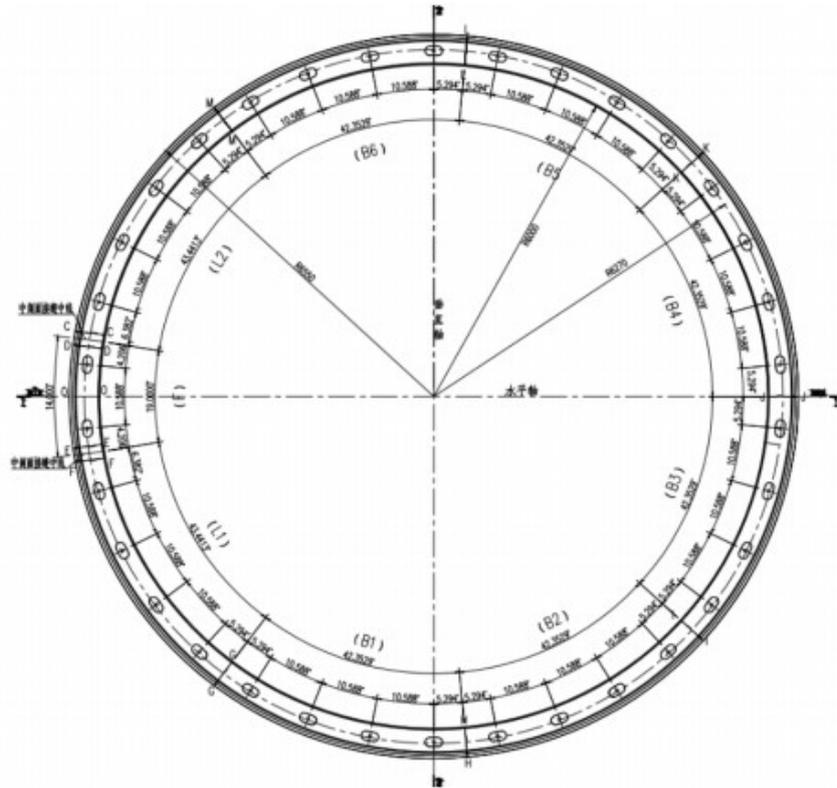


图 3.2-11b 标准盾构（ $\phi 13.1\text{m}$ ）管片分块示意图

管片拼装方式主要有错缝拼装和通缝拼装，错缝拼装能提高衬砌圆环的整体刚度，且错缝拼装时纵、环缝呈丁字形相交，而通缝拼装时呈十字相交，在接缝防水上丁字缝较十字缝容易处理，故本工程采用错缝拼装。

（3）建筑材料

盾构区间隧道采用装配式钢筋混凝土管片，砼强度等级不低于 C50，抗渗等级不小于 P12。

钢筋：一般宜采用 HPB300、HRB400E 级钢筋。

沟槽：C30 混凝土；盖板：C35 钢筋混凝土。

仰拱回填：C25 混凝土。

（4）结构防水

地下铁道结构物的防水，包括地下车站和区间隧道的防水设计均应遵循“以防为主、以排为辅、防排结合、因地制宜、综合治理”的原则。具体可按《地下工程防水技术规范》（GB 50108-2008）及《地铁设计规范》（GB 50157-2013）标准进行。

区间隧道防水：盾构法施工的装配式衬砌隧道，其接缝的密封防水应按“多道设防，综合治理”的原则设防，衬砌与土体间的空隙应及时注浆充填。

2.2.4 配套工程

(1) 消防系统

本项目涉海工程所在地下区间设置消火栓系统，区间消火栓系统在每侧隧道分别从相邻车站环状消火栓管网上接出水源，区间消防管道纵向连通，在广州市、中山市管辖范围内的车站和区间形成独立的环状消防供水管网，各城市地下区间消防管网不应连通。区间消防管道在中间风井轨行区上一层设置横向连通管，改善水力条件并且降低区间水管维修的影响面。

1) 消防系统方案设计

高压细水雾系统组成：系统主要由水源、高压泵组、稳压装置、补水装置、储水箱、过滤器、区域控制阀箱、输送管道、喷头、其他附件等组成。本系统仅含管网子系统、报警系统纳入 FAS 系统。

系统功能：高压细水雾系统是实现水的增压，导向，输送和防护区内的流向和喷放分布的系统组成部分。

系统设计要求如下：

以单个设备用房为一个喷放区域，并综合考虑保护对象的功能、布置和工艺特点，合理划分喷放区域。

按同一时间内地铁车站发生一处火灾考虑，采用一套泵组式高压细水雾灭火系统保护同一地铁站的喷放区域。

采用全淹没应用方式的开式系统，其喷放区域数量不应大于 3 个。

闭式系统的作用面积不宜小于 140m²，每套泵组所带的喷头数量不应超过 100 只。

系统的水质不应低于现行国家标准《生活饮用水卫生标准》的规定。

高压细水雾灭火系统供水压力要求不低于 0.2MPa，且不得大于 0.6MPa。

2) 火灾种类和危险等级：

火灾种类：车站统一按 A 类、E 类（设备房）考虑，车辆基地等配套工程则按建筑物生产特点及存放物性质确定。

危险等级：车站工点统一按照严重级计算，车辆基地等配套工程则按《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）确定。

3) 灭火器选型

统一配置磷酸铵盐干粉灭火器，并在设备区的每套干粉灭火器箱旁增设一具水基型灭火器作为补充。

（2）排水系统

本工程在地下隧道线路实际坡度最低点设主废水泵站，当隧道排水沟的排水能力不能满足隧道排水的要求时，应设辅助排水泵站。隧道废水泵房设潜水排污泵 2 台，平时互为备用，依次轮换工作，消防或必要时，两台水泵同时工作，扬水管通过隧道由中间风井或相邻车站排入市政雨水系统。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工方法

2.3.1.1 施工原理

盾构法是指使用盾构机，一边控制开挖面及围岩不发生坍塌失稳，一边进行隧道掘进、出渣，并在机内拼装管片形成衬砌、实施壁后注浆，不扰动围岩而修筑隧道的方法。盾构机的所谓盾是指保持开挖面稳定性的刀盘和压力舱、支护围岩的盾构钢壳，所谓构是指构成隧道衬砌的管片和壁后注浆体。

盾构法施工的主要内容是：先在隧道某段的一端建造竖井或基坑，以供盾构安装就位。盾构从竖井或基坑的墙壁开孔处出发，在地层中沿着设计线，向另一竖井或基坑的设计孔洞推进。盾构推进中所受到的地层阻力，通过盾构千斤顶传至盾构尾部已拼装的预制隧道衬砌结构，再传到竖井或基坑的后靠壁上。它是一个能支承地层压力而又能在地层中推进的圆形或矩形或马蹄形等特殊形状的钢筒结构，在钢筒的前面设置各种类型的支撑和开挖土体的装置，在钢筒中段周圈内面安装顶进所需的千斤顶，钢筒尾部是具有一定空间的壳体，在盾尾内可以拼装一至二环预制的隧道衬砌环。盾构每推进一环距离，就在盾尾支护下拼装一环衬砌，并及时向紧靠盾尾后面的开挖坑道周边与衬砌环外周之间的空隙中压注足够的浆体，以防止隧道及地面下沉。在盾构推进过程中不断从开挖面排出适量的土体。

根据本项目土质条件、开挖面稳定情况、隧道埋深、地下水位、环境条件、沿线场地、工期、造价等各方面因素，确定涉海段采用泥水平衡盾构或土压平衡盾构。

2.3.1.2 泥水平衡盾构

泥水平衡盾构是在机械式盾构刀盘的后侧，设置一道封闭隔板，隔板与刀盘间的空间定义为泥水仓舱，把水、膨润土、及添加剂混合制成的泥水，经输送管道压入泥水仓，待泥水充满整个泥水仓，并具有一定压力，形成泥水压力室。通过泥水的加压作用和压力保持机构，能够维持开挖工作面的稳定。盾构推进时，旋转刀盘削切下来的土砂经搅拌装置搅拌后形成高浓度泥水，用流体输送方式送到地面泥水分析系统，将渣土、水分离后重新送回泥水仓。

泥水平衡盾构开挖面平衡机理：开挖面形成渗透性差，具有一定表面张力的泥皮，一方面阻止泥浆进入地层，另一方面在舱内压力作用下支撑易失稳的地层，提高地层抗坍塌性。

在进行施工时，作业人员可以在常压的盾筒内进行操作，使开挖、衬砌、泥水输送、泥水处理等一系列工作全部自动化。

泥水式盾构机配置有泥水处理、泥水输送、背后注浆、器材搬运等设备功能。

盾构隧道施工方案见图 2.3-1。

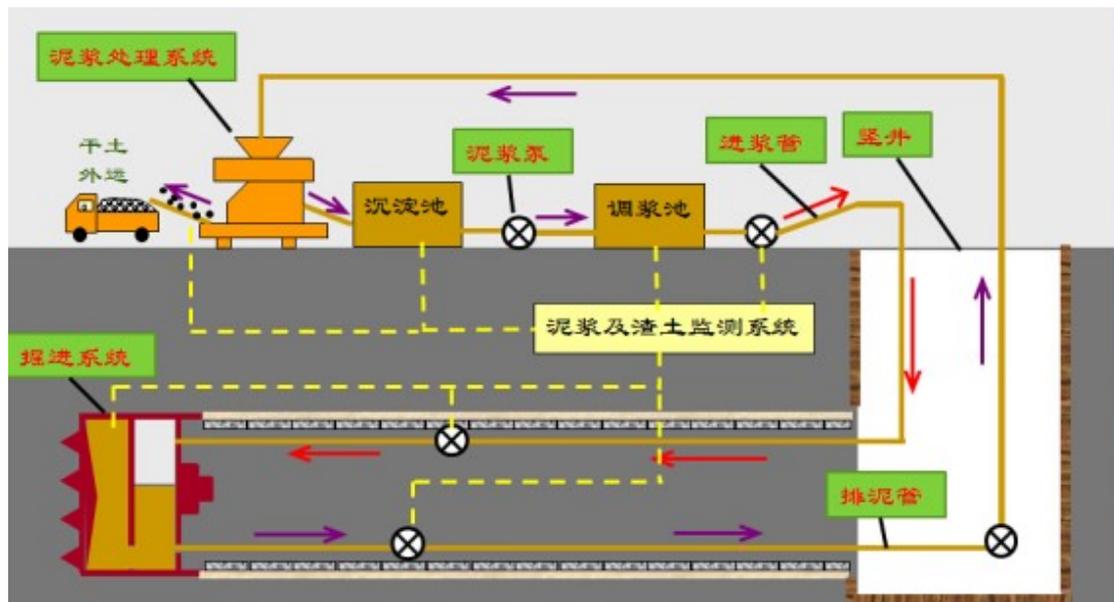


图 2.3-1 盾构隧道施工示意图

(1) 盾构泥浆添加的辅料成分

由于岩性地层中黏性颗粒较少，且经泥水处理系统处理后，泥浆质量较低，不利于开挖面稳定和切削土携带能力差，因此需要在泥浆中添加膨润土来提高泥浆的比重及黏度。膨润土主要矿物成分为蒙脱石，主要化学成分是二氧化硅、三氧化二铝和水，还含有铁、镁、钙、钠、钾等元素，非有毒有害物质。

(2) 盾构松泥的输送方式

泥水输送系统由输送泵、管路及 PLC 软件自动控制系统组成，对于本标段大断面泥水盾构，泥水输送系统由 1 台排泥输送泵、2 台排泥接力泵（2 用 1 备共 3 台）、泥水管路及 PLC 软件自动控制系统组成，将盾构开挖产生的泥浆输送到地面泥水处理系统。

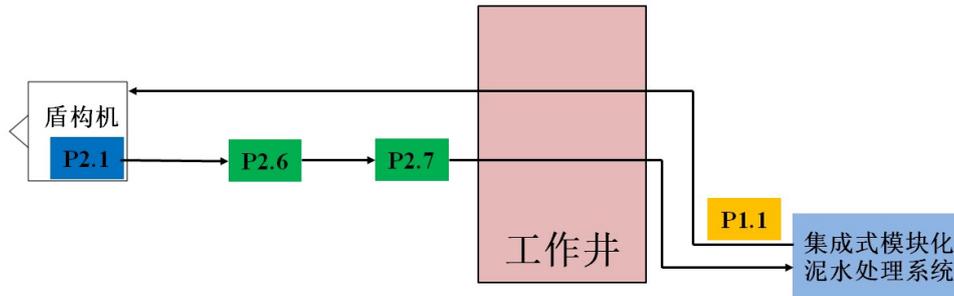


图 2.3-2 盾构机泥水输送系统

（3）盾构泥浆处理

泥水平衡盾构机渣土运输与输送通过泥浆循环和泥水处理来实现，即泥浆泵将仓内的渣土通过管道输送至地面泥水处理设备，由泥水处理设备通过预筛、旋流、压滤、沉淀等措施进行泥水分离，实现直接外运。

1) 泥浆循环

泥浆循环的目的是携带渣土。为避免携带的渣土沉淀，泥浆必须具备一定的流速。不同地质要求的流速不同，与渣土的比重、泥浆的粘度有关。流量的调节通过增大进浆泵和出浆泵的转速来实现。由于携带渣土的原因，进浆流量和出浆流量存在一定的差值。

2) 泥水处理

泥水处理系统将含有渣土的泥水进行分离，渣土分离脱水后直接外运，分离后的泥水经过调整重新输送到循环系统使用。

泥水处理过程为：盾构机排出的泥浆由排浆泵送入泥浆分离站，经过一级预筛分器的粗筛振动筛选后，将粒径在 3mm 以上的渣料分离出来；筛余的泥浆由渣浆泵加压，沿输浆软管从旋流除砂器进浆口切向泵入，经过流除砂器分选，70 μm 以上粒径的泥砂由下端的沉砂嘴排出落入细筛；细筛脱水筛选后，干燥的细渣料分离出来；经过筛选的泥浆经渣浆泵泵送，循环再进入二级旋流器，分选 20 μm 以上的颗粒，由细筛脱水分离。分离后的泥浆进入储浆池，再经过处理后进入盾构机。分离后的浆液，可通过离心机、压滤机或带压机分离出浆液中更细的微粒，以满足环境要求。泥水分离设备流程见图 2.3-3。

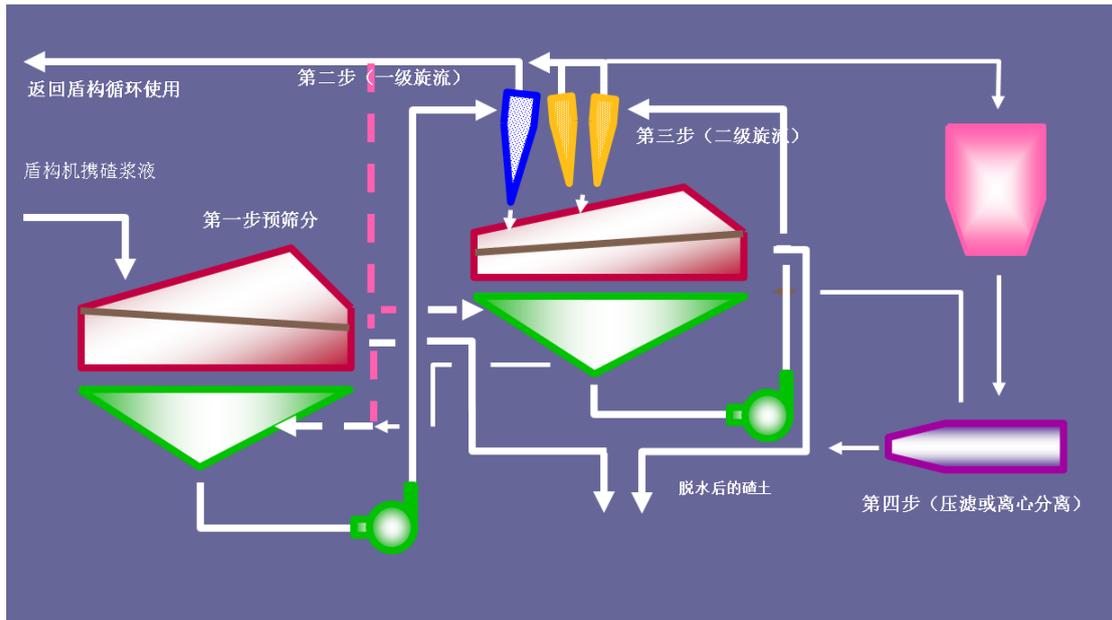


图 2.3-3 泥水分离设备流程图

2.3.1.3 土压平衡盾构

(1) 盾构机的掘进

液压马达驱动刀盘旋转，同时启动盾构机推进油缸，将盾构机向前推进，随着推进油缸的向前推进，刀盘持续旋转，被切削下来的碴土充满泥土仓，此时开动螺旋输送机将切削下来的渣土排送到皮带输送机上，由皮带输送机运输至渣土车的土箱中，再通过盾构井口垂直运至地面。

(2) 掘进中控制排土量与排土速度

当泥土仓和螺旋输送机中的碴土积累到一定数量时，开挖面被切下的渣土经刀槽进入泥土仓的阻力增大，当泥土仓的土压与开挖面的土压力和地下水的水压力相平衡时，开挖面就能保持稳定，开挖面对应的地面部分也不致坍塌或隆起，这时只要保持从螺旋输送机和泥土仓中输送出去的渣土量与切削下来的流入泥土仓中的渣土量相平衡时，开挖工作就能顺利进行。

(3) 管片拼装

盾构机掘进一环的距离后，通过管片拼装机通缝或错缝拼装单层衬砌管片，使隧道次成型。

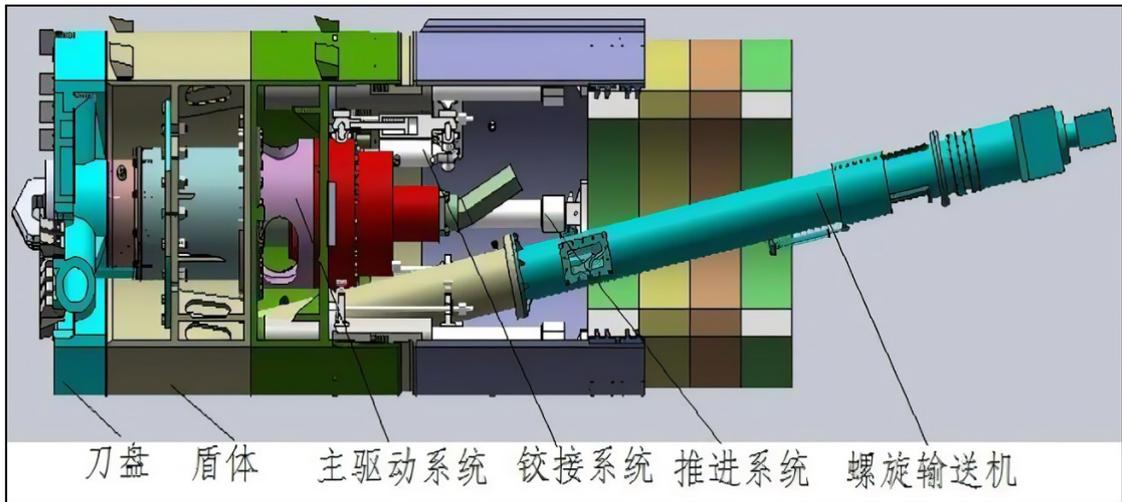


图 2.3-4 盾构隧道施工示意图

2.3.2 弃渣产生量及去向

本工程海域段弃渣量约52万m³，弃渣委托有接受能力的单位接洽合法的余泥渣土受纳场并负责运输，在施工前落实。

泥土水平盾构产生的泥浆经过压滤干化系统处理后的析出液主要是水，可直接用于盾构机循环水冷却、拌制新浆等，实现水资源循环利用。



图 2.3-5 经过压滤干化系统处理的渣土和水

2.3.3 施工进度计划

根据本工程实际情况、以往广州地铁工程的施工经验以及国内建设的经验，本项目盾构施工进度按以下指标进行安排，详见表 2.3-1。

表 2.3-1 盾构施工进度表

序号	工程名称	进度指标（月）	备注
1	盾构井主体结构	8	
2	盾构区间	/	120m~300m/月

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书

3	盾构机设计制造	7-10	
4	始发调试	2	
5	1 个区间掘进	10-22	平均 6m/天
6	盾构过站	1	

2.4 项目申请用海情况

本项目宗海图绘制详见 7.3 节论述，申请用海情况如下：

（1）用海类型

项目用海类型一级类为海底工程用海，二级类为海底隧道用海。

（2）用海方式

项目用海方式一级方式为构筑物用海，二级方式为海底隧道用海。

（3）用海面积与占用岸线长度

项目拟申请用海总面积为10.9805公顷，均为海底隧道用海，其中洪奇沥水道涉海段用海面积8.3571公顷，横门水道南支涉海段用海面积2.6234公顷。

项目用海不占用岸线。

（4）用海期限

项目用海申请用海期限为 50 年。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

本项目建设对支持粤港澳大湾区的发展，促进区域城市一体化进程具有重大意义。有助于粤港澳大湾区“极点带动、轴带支撑”空间结构的形成、支持珠江口西岸都市圈及融合发展，实现中山中心区至广州中心城区 45min 通达的时空目标，也是完善城际线网，推进多网融合，解决湾区急剧增加的客流需求，提供高出行服务水平的迫切需要，同时也是支持中山国土空间结构的迫切需要。

①项目建设是紧扣国家政策指引，加快大湾区城际铁路等基础设施建设，提高粤港澳大湾区实现高水平互联互通，打造“轨道上的大湾区”的需要

当前全球经济环境深刻变化，我国经济转向高质量发展阶段，新时代背景下国家战略对大湾区轨道交通发展提出新的更高要求，打造“轨道上的大湾区”，建设多种轨道网络融合发展、高水平互联互通的湾区轨道系统，发挥轨道交通对建设“国际一流湾区和世界级城市群”的支撑与引领作用。

2019 年以来，中共中央、国务院相继出台了《交通强国建设纲要》、《国家综合立体交通网规划纲要》，国家发改委也颁布实施了《关于培育发展现代化都市圈的指导意见》。

《交通强国建设纲要》提出推动交通发展由追求速度规模向注重质量效益转变，由各种交通方式相对独立发展向更加注重一体化融合转变；到 2035 年，基本形成“全国 123 出行交通圈”（都市区 1 小时通勤、城市群 2 小时通达、全国主要城市 3 小时覆盖）。

《国家综合立体交通网规划纲要》提出实现粤港澳大湾区高水平互联互通，推动干线铁路、城际铁路、市域（郊）铁路融合建设，并做好与城市轨道交通衔接协调，构建运营管理和服务“一张网”，实现设施互联、票制互通、安检互认、信息共享、支付兼容。

《培育发展现代化都市圈指导意见》提出打造轨道上的都市圈。到 2022 年，都市圈同城化取得明显进展，基础设施一体化程度大幅提高，阻碍生产要素自由流动的行政壁垒和体制机制障碍基本消除，成本分担和利益共享机制更加完善。到 2035 年，形成若干具有全球影响力的都市圈。

2020 年 10 月 14 日，习近平总书记在深圳经济特区建立 40 周年庆祝大会上，

再次做出了“要抓住粤港澳大湾区建设重大历史机遇，推动三地经济运行的规则衔接、机制对接，加快粤港澳大湾区城际铁路建设”的指示。

为了更好服务国家发展战略，构建更高质量的交通运输体系，更好支撑引领湾区人口经济空间布局调整，在国家战略和发展政策的指引下，大湾区内广州、深圳两大都市圈将快速聚合发展，进而带动首个“双核驱动型”的世界级湾区经济区形成。随着大湾区经济社会一体化与广州、深圳都市圈的共同发展，也将推动湾区轨道交通由“重要节点间的商旅出行功能”向“区域通勤功能”快速升级转变。

基于大湾区内既有国铁、城际、地铁的三级线网结构，大湾区内将出现“城际向下、地铁向上”和“相邻城市充分互联”的发展趋势，并实现跨越“行政区域边界”和“技术等级边界”的双重融合。大湾区内轨道交通线网通过互通互联、资源共享，推动轨道交通技术与管理跨界融合、资源整合，最终实现大湾区轨道交通“一张网、一张票、一串城”的发展目标。

在多项政策陆续出台的背景下，本工程的建设衔接广州、中山两市，全线建成后进一步衔接珠海拱北，并与广州市轨道交通十八号线、同期建设广州东至花都天贵城际贯通运营、与多条轨道城际铁路预留衔接条件，是实现“轨道上的大湾区”、落实交通强国战略、加快基础设施建设的重要基础工程，本线的建设是必要且迫切的。

②项目建设是支持粤港澳大湾区空间结构，促进区域城市一体化发展的需要

随着全球现代化进程加快，城市发展从城市各自发展逐渐发展为城市群的协同发展，在社会劳动高度化分工的今天，单一城市发展已经不能够适应国际竞争的需求。日本东京都市圈、京阪神都市圈、美国旧金山湾区均是多个城市组合形成的巨大经济体，在国际范围内拥有重要竞争力。

2019年，国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》，提出建设充满活力的世界级城市群、具有全球影响力的国际科技创新中心、宜居宜业宜游的优质生活圈。纲要要求构建极点带动、轴带支撑网络化空间格局，发挥香港—深圳、广州—佛山、澳门—珠海强强联合的引领带动作用，深化港深、澳珠合作，加快广佛同城化建设，提升整体实力和全球影响力，引领粤港澳大湾区深度参与国际合作。依托以高速铁路、城际铁路和高等级公路为主体的快速交通网络与港口群和机场群，构建区域经济发展轴带，形成主要城市间高效连接的网络化空间格局。

本工程与轨道交通十八号线、同期建设广州东至花都天贵城际贯通运营，与

同期建设的芳村至白云机场城际跨线运营，形成湾区西岸南北向重要快速通道，连接广州、中山两市，全线建成后进一步实现广州、中山、珠海三大西岸湾区城市，进一步提高区域发展协调性，促进产业优势互补、紧密协作、联动发展，加速城市间形成以高效连接的网络化空间为依托的区域经济发展轴带。是构建结构科学、集约高效的大湾区发展格局、促进区域城市一体化发展的需要。

③项目建设是落实《粤港澳大湾区规划纲要》及建设规划批复要求，实现大湾区西岸主要城市 1 小时通达需要

《粤港澳大湾区发展规划纲要》要求加强基础设施建设，畅通对外联系通道，提升内部联通水平，推动形成布局合理、功能完善、衔接顺畅、运作高效的基础设施网络，为粤港澳大湾区经济社会发展提供有力支撑。特别提出构筑大湾区快速交通网络。以连通内地与港澳以及珠江口东西两岸为重点，构建以高速铁路、城际铁路和高等级公路为主体的城际快速交通网络，力争实现大湾区主要城市间 1 小时通达；同时完善大湾区铁路骨干网络，加快城际铁路建设，有序规划珠三角主要城市的城市轨道交通项目。

在建设规划批复中，也明确提出要按照科学布局、统筹衔接、创新发展、支撑引领的原则，在继续实施并优化原珠江三角洲地区城际轨道交通网规划基础上，进一步加大城际铁路建设力度，做好与大湾区内高铁、普速铁路、市域（郊）铁路等轨道网络的融合衔接，形成“轴带支撑、极轴放射”的多层次铁路网络，构建大湾区主要城市间 1 小时通达、主要城市至广东省内地级城市 2 小时通达、主要城市至相邻省会城市 3 小时通达的交通圈，打造“轨道上的大湾区”，完善现代综合交通运输体系。近期到 2025 年，大湾区铁路网络运营及在建里程达到 4700 公里，全面覆盖大湾区中心城市、节点城市和广州、深圳等重点都市圈；远期到 2035 年，大湾区铁路网络运营及在建里程达到 5700 公里，覆盖 100%县级以上城市。

依靠道路出行已经难以满足《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出的要求，道路出行便利性有待提高，特别是公共交通出行效率较低，因此建设速度、服务水平更高的轨道交通实现湾区时空目标、加强公交化出行效率势在必行。

本线的建设，在建设规划的基础上，延长中山站至中山市政府，即兴中站，对实现广州、中山核心城区之间的直达，以广州市中心区至中山市岐江新城 45 分钟通达为目标，大大缩短了广中两市之间的时空距离，落实了《粤港澳大湾区

发展规划纲要》提出的总体目标，拟打造珠江口西岸跨城出行的通道，促进湾区内人口与资源的流动，建设是必要且迫切的。

④项目建设是支持南沙新区发展，落实国家战略的需要

2022年6月15日，国务院印发《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》（下简称《南沙方案》），将南沙区发展规划正式定位为国家战略。《南沙方案》指出：

1) 按照以点带面、循序渐进的建设时序，以中国（广东）自由贸易试验区南沙片区的南沙湾、庆盛枢纽、南沙枢纽3个区块作为先行启动区，总面积约23平方公里。充分发挥上述区域依托交通枢纽快捷通达香港的优势，加快形成连片开发态势和集聚发展效应，有力带动南沙全域发展，逐步构建“枢纽带动、多点支撑、整体协同”的发展态势。

2) 到2025年，南沙粤港澳联合科技创新体制机制更加完善，产业合作不断深化，区域创新和产业转化体系初步构建；青年创业就业合作水平进一步提升，教育、医疗等优质公共资源加速集聚，成为港澳青年安居乐业的新家园；市场化法治化国际化营商环境基本形成，携手参与“一带一路”建设取得明显成效；绿色智慧节能低碳的园区建设运营模式基本确立，先行启动区建设取得重大进展。

到2035年，南沙区域创新和产业转化体系更趋成熟，国际科技成果转移转化能力明显提升；生产生活环境日臻完善，公共服务达到世界先进水平，区域内港澳居民数量显著提升；国际一流的营商环境进一步完善，在粤港澳大湾区参与国际合作竞争中发挥引领作用，携手港澳建成高水平对外开放门户，成为粤港澳全面合作的重要平台。

3) 高水平建设南沙科学城，布局前沿交叉研究平台，建设世界一流研究型大学和研究机构，增强原始创新能力。加快中科院明珠科学园建设，整合中科院在广州研究所、全国重点实验室等科技创新资源，打造具有竞争力的中试和应用推广基地。推动海洋科技力量集聚，加快与中科院、香港科技大学共建南方海洋科学与工程广东省实验室（广州），加快冷泉生态系统观测与模拟大科学装置、广州海洋地质调查局深海科技创新中心、南海生态环境创新工程研究院、新一代潜航器项目等重大创新平台建设，打造我国南方海洋科技创新中心。健全科技成果交易平台，完善科技成果公开交易体系。

本线建设与国家战略目标一致：

第一，本线与广州市十八号线一期工程贯通运营，经运营万顷沙站引出向南衔接中山、珠海市核心区，在十八号线一期万顷沙站的基础上，进一步加强了对南沙区枢纽的支持，对南沙枢纽先行启动区提供了更加广阔的腹地，将明珠湾区西岸、南沙枢纽与万顷沙南部片区直接连接；

第二，本线经南沙区南部片区后向南连接了中山市翠亨新区、火炬开发，根据二者定位，均是沿线城市高新技术发展的重要片区，因此本线的建设串联了珠江西岸高新科技产业基地，加强了科学技术的快速交流与合作。

⑤项目建设是支持广州、中山城市空间结构发展及重点发展片区发展的需要

本线在广州、中山市内衔接南沙新区、翠亨新区、火炬开发区、岐江新城等多个重点发展区域，在城市市域范围内提供市域快线的功能，实现组团之间的快线衔接，带动沿线发展及土地价值提升，具体表现如下：

广州市，本线的建设拟合广州市在南珠江西岸向南的市域发展方向，通过与广州市十八号线贯通运营，进一步加强南沙新区与广州中心城区的衔接，同时，紧密连接南沙新区、广州核心区、中山翠亨新区，带动沿线产业、金融、科技创新发展，提升广州城市在粤港澳大湾区的核心城市定位与影响力。

中山市，本线香山站至兴中段拟合中山市珠江东西两岸融合发展主轴，联系东部环湾创新带与西部产业升级带，串联中山市区域功能双核—“岐江新城+翠亨新区”，对中山市空间结构的拓展起到重要的支撑作用；香山至兴中段与香山至翠云路段可共同覆盖中山市三大湾区级重点战略平台—“火炬国家高新技术开发区(产业园)、翠亨新区(产业园)、岐江新城”，有力支持中山市产业片区发展。

因此，结合沿线城市国土空间规划与本线区位关系，本线的建设对广州及中山国土空间格局、带动沿线重点片区发展也是必要且迫切的。

⑥项目建设是加强珠江口西岸公共交通建设，解决湾区西岸广州、中山客流出行的迫切需要

目前西岸轨道交通仅有广珠城际开通运营，广珠线自 2011 年初开通以来，客流量连年攀升。2018 年日均发送约 12 万人次。目前珠海站日满负荷开行 80 对（非节假日约 70 对）列车，中山/中山北站开行约 30 对列车，新会站开行约 26 对列车，全线日常开行约 132 对，能力已经基本饱和。

且广珠城际除承担广州、顺德、中山、珠海沿线城际出行需求外，还承担部分国铁下线功能，列车在广州南站跨线至武广、南广等线路，承担湾区对外客流，

经统计，广珠城际在所有开行列车中，约 1/4 能力用于跨线运营。

综上，广珠城际用于服务于粤港澳大湾区城际出行的能力已经不能满足粤港澳大湾区西岸客流的要求，因此本工程建设的为广州与珠江口西岸中山市之间的衔接提供了新的通道，建设是必要且迫切的。

⑦项目建设是完善粤港澳大湾区轨道交通结构、充分发挥轨网效益，促进多网融合发展的迫切需要

本线位于珠海西岸，在南沙境内整体呈南北向，在中山境内翠亨新区至岐江新城段为东西向线路，粤港澳大湾区轨道交通发展迅速，开通运营线路、规划密度均位于全国前列，该通道目前已经开通广珠城际，同期拟建设广中珠澳高铁，远期规划有多条城际线路、广州、中山城市轨道交通与本线交叉。

《国家综合立体交通网规划纲要》提出实现粤港澳大湾区高水平互联互通，推动干线铁路、城际铁路、市域（郊）铁路融合建设，并做好与城市轨道交通衔接协调，构建运营管理和运营“一张网”，实现设施互联、票制互通、安检互认、信息共享、支付兼容。

本线的建设，拟补了湾区西岸东西向线路的不足，完善了线路结构，为国铁、城际、城市轨道便捷换乘，促进了多网融合发展的需要。

⑧是实现碳中和，保护城市环境，建设宜居城市和节约型社会的需要

2020 年，在第 75 届联合国大会期间，中国提出将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。中国 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和，气候环境治理、经济全面绿色转型，任重道远，时不我待。2020 年 12 月，国务院办公厅发布《新时代的中国能源发展》白皮书要求：中国把推进能源绿色发展作为促进生态文明建设的重要举措，坚决打好污染防治攻坚战、打赢蓝天保卫战。制定好 2030 年前碳排放达峰行动方案，进而加快实现“十四五”规划中推动绿色低碳发展的既定目标。

发展轨道交通与发展道路交通相比而言在节约土地及环境影响上具有明显优势。

1) 轨道交通比道路交通更节约土地。道路运输投资相对少，见效快，但发展道路运输系统将需要大量的道路及停车场，从而占用大量的土地。通过轨道交通形成集约型的土地开发形式，有利于土地开发资源的节约和环境的保护。

2) 轨道交通比道路交通对环境的影响更少。公路运输对环境造成的大气污染、噪音污染是人所共知的事实。虽然道路交通并非唯一的空气污染源，甚至不是日常的主要污染源，但却是某些污染成分的最主要来源。另外，大量的汽车运输所产生的噪音对环境的污染也很严重，能达到 80dB(A)以上，甚至达 98dB(A)。而轨道交通通常采用电力为主要动力，无废气排出，对环境的影响很少；轨道交通通过采取相应的技术措施后，能使高架线、地面线噪声符合城市环保要求。

发展轨道交通，一方面可以有效降低人们乘小汽车等其他交通工具的出行率，这对于缓解日益严重的城市病——交通拥堵、空气污染等大有益处；另一方面，在能源供应日益紧张、燃油价格居高不下的今天，提高公交出行率，对于减少燃油消耗、保障国家能源安全和经济安全也具有非常重要的作用。因此，本工程的建设是改善环境、实现环境保护目标、可持续发展的需要，是实现“碳中和、碳达峰”的需要。

2.5.2 项目用海必要性

本项目作为海底隧道工程建设，项目用海是由工程建设的特殊性及项目建设的必要性决定的。

项目建设在穿越洪奇沥水道和横门水道南支的时候将以海底隧道的形式通过，设计从施工的难易度、经济性、安全性和对海洋环境影响等方面考虑采用海底隧道方式，海底隧道必须穿越海底岩土，因此海底隧道的建设需要使用一定面积的海域海底空间。

综上，南沙至珠海（中山）城际铁路南沙至兴中段工程线路由相关规划确定，建设和营运需要使用一定的海域面积，本项目的用海是必要的。

综合以上分析，本项目建设是必要的，项目用海也是必要的。

3.项目所在海域概况

3.1 工程区域自然环境概况

3.1.1 地理位置

广州市南沙区，为广州城市副中心，位于广州市最南端、珠江虎门水道西岸，西江、北江、东江三江汇集之处。南沙区地处珠江出海口和粤港澳大湾区地理几何中心，是广州市唯一的出海通道，也是连接珠江口两岸城市群和港澳地区的重要枢纽性节点。

中山市，位于珠江三角洲中部偏南的西、北江下游出海处，北接广州市南沙区和佛山市顺德区，西邻江门市区、新会区和珠海市斗门区，东南连珠海市，东隔珠江口伶仃洋与深圳市和香港特别行政区相望。中山市为粤港澳大湾区重要节点城市、珠江口西岸都市圈城市之一。

本项目位于粤港澳大湾区西岸，途径广州南沙、中山，是粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。本项目线路起于万顷沙站，终点站兴中站。涉海工程两处，分别下穿洪奇沥水道和横门水道南支，合计约3.3km。本项目涉海工程地理位置见图3.1-1。

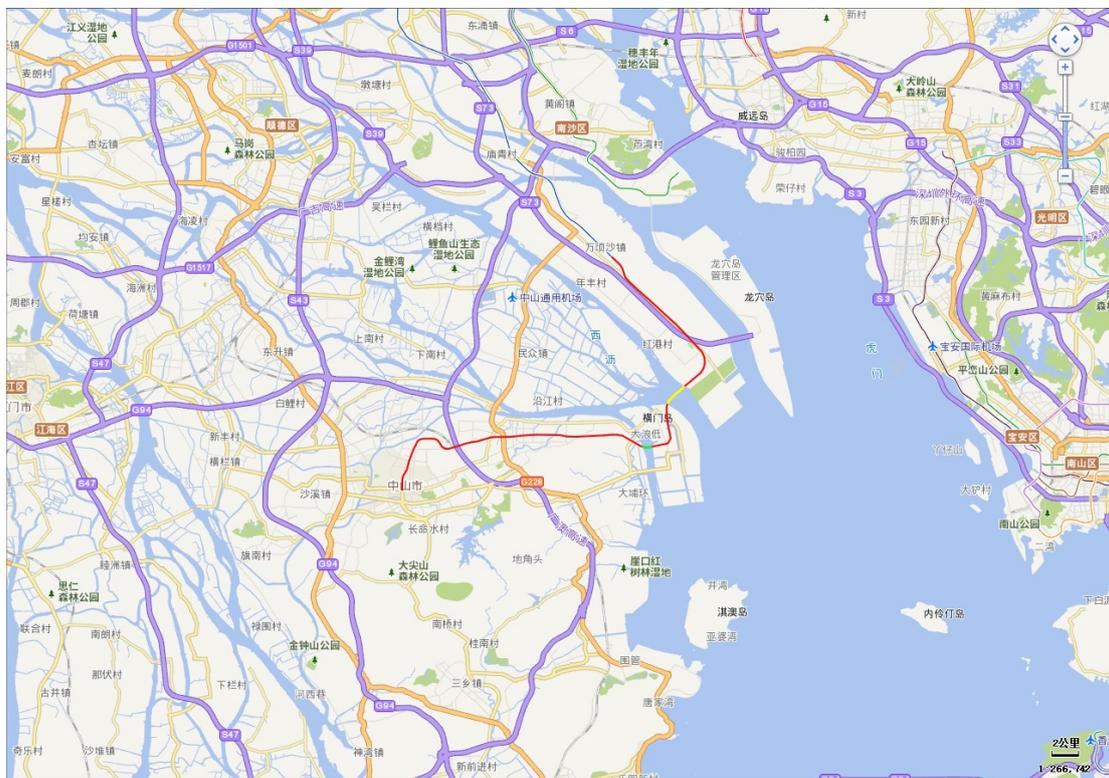


图3.1-1 本项目地理位置示意图

3.1.2 地质地貌

（1）地形地貌

线路在万顷沙至大尖峰段主要为三角洲冲积平原（滨海沉积区）地貌，地形较平坦，相对高差较小；大尖峰及烟筒山地区主要为低山丘陵地貌，地形起伏较大，相对高程较大；其余地段为海相冲积平原地貌，地形较平坦，相对高差较小，局部台地地形略有起伏，相对高差不大。本线路全线穿越有农田、蕉林、苗圃、市政道路、铁路、高速公路、公司园区、住宅小区、河道、低山丘陵、水库等，地面条件较复杂。

1) 十六涌站~香山站区间段

十六涌站~香山站区间为穿越洪奇沥水道过江段，线路自十六涌站接出，出站后线路折向西南，下穿洪奇沥水道后进入中山市翠亨新区起步区（马鞍岛），进入翠澜道走行，至和信路交叉口北侧进入香山站，隧道全长 6.06km。隧道下穿洪奇沥水道入海口，属于珠江三角洲冲积平原（滨海沉积区）地貌，地形较平坦，相对高差较小，现状为民房、农田、鱼塘、果园、道路、河道、建筑工地。

2) 香山站~火炬东站段

线路出香山站向中山方向转向西行后下穿横门口水道，进入中山火炬开发区，随后下穿大尖峰山体后接入火炬东站（预留）。大尖峰位于中山市火炬开发区，西临横门水道，海拔高约 300m，为低山丘陵地貌，地形起伏较大，现状为村庄、采石场及建筑工地。

（2）地质构造

本项目在大地构造上位于华南褶皱系（一级构造单元），粤北、粤东北-粤中拗陷带（二级构造单元），粤中拗陷（三级构造单元）。

广州市位于粤中拗陷南部的东莞断陷盆地中。东莞盆地长度约 75km，宽约 12~13km，总体呈北东 50~60°方向展布，位于珠江三角洲东北部，东江下游，是一个中、新生代单斜状断陷-断拗型盆地，地处欧亚板块的东南边缘，区域上邻近太平洋板块和印度洋板块交接地带，以及大陆性地壳过渡到大洋性地壳的变异地带，盆地内火成岩活动相当频繁。区域构造上，东莞盆地位于瘦狗岭断裂南面，紫金-博罗大断裂西北面，黄埔-莲花山断裂东面，是一个自西而东，由 NE 转 NEE 走向的狭长形白垩-早第三纪断陷盆地。盆地北缘残丘地带见上白垩统砂

岩、砾岩、泥岩与下古生界变质岩或燕山期花岗岩呈断层接触、埭心组泥岩与上白垩统岩层呈断层接触。盆地南缘残丘地带见上白垩统岩层超覆不整合在下古生界变质岩或燕山期花岗岩上。下古生界变质岩和燕山期花岗岩组成盆地的复合型基底，其上沉积了深厚的白垩-第三系地层。

中山市位于粤中拗陷中的增城至台山隆断束的西南段。市境内断裂构造发育，分布广泛，出露清楚。按其走向可分为北东向、北北东向、北西向和东西向数组。褶皱构造，由于沉积岩出露不多，且受断裂变动和岩浆侵入的破坏，因而褶皱构造多不完整，较明显的仅有深湾褶皱、雍陌褶皱两组。

本线路跨广州市南沙区、中山市，其中影响广州市南沙区段线路的主要大断裂为白坭-沙湾断裂带（F203-1~5）、南沙-东莞断裂组（F101-1~5），影响中山段线路的主要断裂为五桂山北麓断裂（F102-1~2）、五桂山南麓断裂（F103）、黄圃-南朗断裂（F202-1），具体见图 3.1-2。

各断裂特征简述如下：

1) 白坭-沙湾断裂带（F203-1~5）

白坭-沙湾断裂是一条贯穿珠江三角洲中心部位的北西向大断裂，北起花都白坭，南至洪奇门，断裂带呈束状，总体走向 320° ，倾向 SW，倾角约为 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，影响范围宽约 25km，总长约 120km。白坭-沙湾断裂主要发育于云开岩群、白垩系和花岗岩中，晚第四纪以来，该断裂带主要呈正断平移的活动方式，断裂构造岩主要为碎裂岩、硅化岩和断层角砾，破碎带宽 20~100m。该断裂带控制了三水盆地东侧边界，其活动性是影响珠江三角洲中部地区区域稳定性的重要因素，对城市的规划建设存在一定的不良影响。**该断裂组中 F203-3、F203-1 号断裂在十六涌站至香山站区间通过，与线路垂直相交。本次勘察未揭露。**

2) 南沙-东莞断裂组（F101-1~5）

南沙-东莞断裂组属于五桂山北断裂的东段，主要分布于灵山以南大片第四系覆盖区，为南沙地区重要基底断裂组之一。该断裂组总体走向为北东-北东东向，主要包括金花鸡、灵山、天后宫、鳧洲、上沙等多条断裂。断裂破碎带宽度大于 10m，总体产状 $150^{\circ}\angle 45$ ，断层有多期活动迹象。**该断裂组中 F101-1 号断裂在万顷沙站至十一涌（预留）站区间通过，F101-2 号断裂在十一涌（预留）站至十六涌站区间通过，F101-3 号断裂在十六涌站至香山站区间通过，均与线路垂直相交。本次勘察未揭露。**

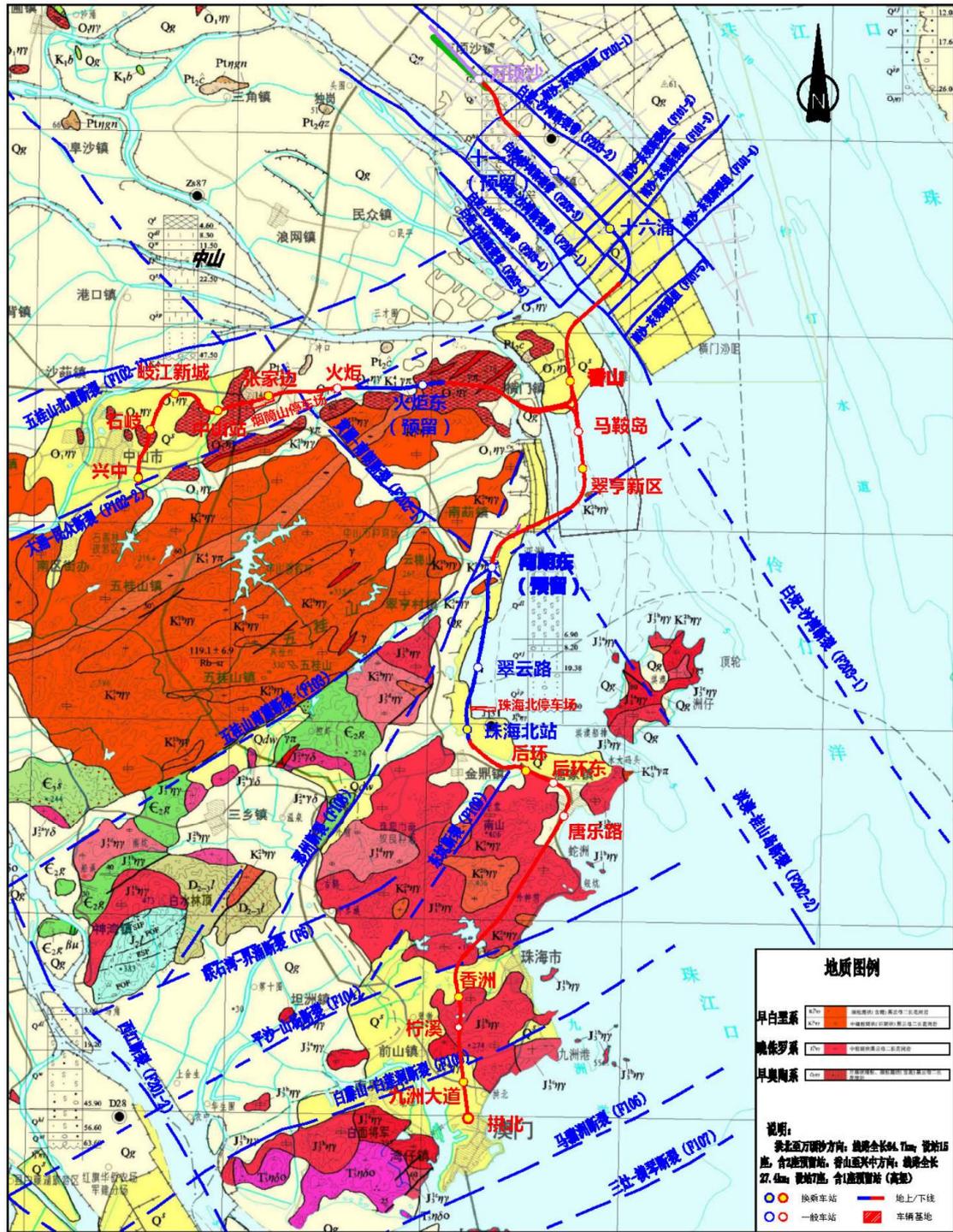


图3.1-2 本项目所在区域地质构造分布图

3) 五桂山北麓断裂 (F102-1~2)

位于中山市张家边、石岐、大涌西延至新会市睦洲，再往西可能伸展到台山，长度超过 50km。它由一组 NEE 向断裂组成。地貌上形成 NEE 向的谷地,大部分地段构成了平原与丘陵山地的截然分界线。航卫片上线性影像明显，物探、化探、钻探和地表地质等方面都证实断裂的存在。该断裂走向 NE50~79°，倾向 N，倾

角 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。构造岩类型有构造角砾岩、碎裂岩和糜棱岩等，并有基性岩脉贯入，显示该断裂的多期活动性。大体上前者以压性为主，后期以张性为主。构造岩热释光测年结果为 $10\sim 35$ 万年，表明该断裂在中更新世期间有过多次强烈活动。**该断裂组中大涌-民众断裂（F102-2）在兴中站及火炬站与线路斜交。本次勘察未揭露。**

4) 五桂山南麓断裂（F103）

位于中山市五桂山南坡，三乡镇北部，往东延入珠江口，往西伸展到崖门附近，长度超过 60km 。断裂走向 $NE60^{\circ}$ 左右，倾向 SE，倾角 80° 左右。断裂在航卫片上线性影像清晰，地貌上反映明显，沿断裂形成谷地，五桂山南麓可见断层三角面、陡崖和迭水等现象。在逸仙水库东坝燕山期花岗岩中有宽 60 余米的挤压破碎带，以及一组走向 $NE50^{\circ}$ 左右的酸性岩脉和石英脉及硅化带。构造岩热释光测年数据为 45.9 万年和 35.9 万年，说明该断裂在中更新世中期曾有过明显活动。**该断裂在南朗东（预留）站与线路斜交，并在南朗东（预留）及翠亨新区站区间与线路小角度斜交。本次勘察未揭露。**

5) 黄圃-南朗断裂（F202-1）

黄圃-南朗断裂曾被称为北江断裂，该断裂北起三水西南镇，经佛山丹灶，勒流向南东方向延伸，为隐伏断裂。断裂走向 135° ，倾角 $70\sim 80^{\circ}$ ，主断裂带露头宽度约 5.7m ，影响带宽大于 150m ，构造岩岩性主要为断层磨砾、碎粒、碎粉等。**该断裂在火炬站至张家边站区间与线路大角度斜交。本次勘察未揭露。**

（3）工程地质

根据《南沙至珠海（中山）城际前期深化研究项目一期工程初步勘察阶段岩土工程勘察报告》，本线路经过的地貌特征有海陆交互相冲积平原地貌、低山丘陵地貌，揭露的基岩有砾岩、花岗岩、变质岩，场地不良地质作用主要有堤岸崩塌或滑坡、地面沉降、地面塌陷、有害气体及采空区等，特殊性岩土主要有填土、软土、残积土及风化岩，工程地质条件、水文地质条件较复杂。主要勘察区内岩土分层及其特征分述如下：

1) 人工填土层（ Q_4^{ml} ）

根据本次勘察揭露，该层共分为 3 个亚层，分别为杂填土层、素填土层及耕植土层，各亚层的特征分述如下：

杂填土<1-1>：褐黄、灰褐色等杂色，稍湿，稍经压实，主要由黏性土混建筑垃圾组成，未完成自重固结，部分钻孔位于道路或场地内的，表层 0.30~0.50m 为砼结构或垫层，局部夹块石。本层在本区局部揭露，共 90 孔揭露，揭露到层厚 0.40~10.50m，平均厚度 3.76m，层顶埋深 0.00~3.00m（标高-0.80~6.75m），层底埋深 0.40~10.50m（标高-8.10~5.95m）。

素填土<1-2>：黄褐色、灰褐色、灰黄色等，稍湿~湿，松散，主要由黏性土和砂砾组成，不均匀。本层广泛发育，共 452 孔揭露，揭露到层厚 0.40~8.30m，平均厚度 3.66m，层顶埋深 0.00~2.20m（标高-0.52~25.03m），层底埋深 0.40~8.30m（标高-6.05~23.73m）。

耕植土<1-3>：黄褐色，松散~稍压实，主要由黏性土组成，含有机质及植物根系。本层零星发育，共 13 孔揭露，揭露到层厚 0.50~3.80m，平均厚度 1.67m，层顶埋深 0.00~0.00m（标高 0.62~21.47m），层底埋深 0.50~3.80m（标高-3.18~18.27m）。

2) 海陆交互相层（Q₄^{mc}）

根据本次勘察揭露，该层共分为 5 个亚层：淤泥层、淤泥质土层、淤泥质粉细砂层、淤泥质中粗砂层、粉质黏土，现分述如下：

淤泥<2-1A>：深灰色、灰黑色，流塑，主要成分为黏粒、粉粒及有机质，土质黏滑，局部含砂粒，见贝壳碎片，偶见腐木，略有腥味。本层广泛发育，共 460 孔揭露，揭露到层厚 0.60~28.70m，平均厚度 9.53m，层顶埋深 0.00~29.70m（标高-25.05~2.80m），层底埋深 0.70~33.90m（标高-34.27~1.40m）。

淤泥质土<2-1B>：深灰色，流塑，主要由黏粒、粉粒组成，土质均匀，黏滑，含有机质，局部含砂粒，偶见腐木。本层普遍发育，共 208 孔揭露，揭露到层厚 0.50~41.30m，平均厚度 8.57m，层顶埋深 0.70~43.90m（标高-47.88~3.57m），层底埋深 3.00~51.00m（标高-55.28~0.72m）。

淤泥质粉细砂层<2-2>：深灰色、灰色，饱和，松散~稍密，级配不良，成分为石英颗粒，含贝壳，局部夹薄层淤泥。本层局部发育，共 161 孔揭露，揭露到层厚 0.50~25.80m，平均厚度 4.63m，层顶埋深 0.00~46.30m（标高-49.15~3.51m），层底埋深 2.00~58.70m（标高-56.95~0.81m）。

淤泥质中粗砂层<2-3>：灰色、深灰色，部分灰黄色，饱和，松散~稍密，级配良好，成分为石英颗粒，含少量贝壳，局部夹薄层淤泥。本层局部发育，共

79 孔揭露，揭露到层厚 0.50~10.20m，平均厚度 2.93m，层顶埋深 2.10~50.50m（标高-52.98~2.16m），层底埋深 4.50~51.10m（标高-53.58~0.31m）。

粉质黏土层<2-4>：灰黄色，白灰色，可塑，由黏粒粉粒组成，刀切面较光滑，韧性干强度中等，局部含粉细砂，干强度中等，压缩性中等~高。本层零星发育，共 31 孔揭露，揭露到层厚 0.60~8.40m，平均厚度 2.61m，层顶埋深 1.10~25.30m（标高-22.82~2.65m），层底埋深 3.00~29.60m（标高-27.12~-0.23m）。

3) 冲积-洪积砂层 (Q_{3+4}^{al+pl})

根据本次勘察揭露，该层共分为 4 个亚层：粉细砂层、中粗砂层、砾砂层及圆砾层。现分述如下：

粉细砂层<3-1>：灰黄色、黄褐色、灰色等，饱和，松散~稍密状，级配不良，成分主要为石英颗粒，局部含黏粒。本层局部发育，共 141 孔揭露，揭露到层厚 0.30~15.40m，平均厚度 3.09m，层顶埋深 1.70~56.00m（标高-63.66~4.67m），层底埋深 4.00~58.40m（标高-66.06~3.77m）。

中粗砂层<3-2>：灰黄色、灰白色，饱和，稍密~中密，局部密实，颗粒不均，级配不良，由石英颗粒组成，含少量黏粒，局部含少量粉细砂或粗砂。本层普遍发育，共 234 孔揭露，揭露到层厚 0.40~34.40m，平均厚度 4.38m，层顶埋深 2.60~58.70m（标高-59.92~14.82m），层底埋深 4.10~71.60m（标高-66.22~10.72m）。

砾砂层<3-3>：黄褐色、灰黄色、灰白色，饱和，稍密~中密，局部密实，颗粒不均，级配良好，由石英颗粒及部分卵石组成，局部含少量黏粒。本层局部发育，共 102 孔揭露，揭露到层厚 0.90~29.90m，平均厚度 7.55m，层顶埋深 1.80~58.70m（标高-61.60~5.02m），层底埋深 3.20~69.20m（标高-67.89~3.62m）。

圆砾<3-4>：褐黄色，灰白色，中密-密实，级配良好，局部含少量黏粒。本层零星发育，共 39 孔揭露，揭露到层厚 0.80~19.00m，平均厚度 5.53m，层顶埋深 17.70~60.90m（标高-62.66~-13.21m），层底埋深 19.90~61.70m（标高-63.66~-15.41m）。

4) 冲积-洪积土层 (Q_{3+4}^{al+pl})

根据本次勘察揭露，该层共分为 5 个亚层：河湖相淤泥质土层、河湖相淤泥层、软塑状粉质黏土层、可塑状粉质黏土层、硬塑状粉质黏土层，现分述如下：

河湖相淤泥<4-2A>：灰黑色，饱和，流塑，主要由黏粒、粉粒组成，含有机

质，粉细砂及腐殖质，略有腥味。本层零星发育，共 11 孔揭露，揭露到层厚 1.10~13.90m，平均厚度 5.18m，层顶埋深 3.20~44.50m（标高-39.21~1.97m），层底埋深 5.20~48.70m（标高-43.41~-1.21m）。

河湖相淤泥质土层<4-2B>：呈深灰色、灰黑色，组成物主要为黏粒，含少量有机质，局部含腐植质或粉细砂，饱和，流塑~软塑状，压缩性高，略有腥味。本层普遍发育，共 176 孔揭露，揭露到层厚 0.50~27.70m，平均厚度 5.82m，层顶埋深 2.50~61.10m（标高-64.40~3.77m），层底埋深 4.00~61.60m（标高-64.90~1.37m）。

软塑状粉质黏土层<4N-1>：黄褐色、红褐色，软塑，黏性好，土质不均，切面较光滑，主要由粉黏粒组成，局部含粉细砂，干强度中等，压缩性高。本层零星发育，共 43 孔揭露，揭露到层厚 0.60~5.40m，平均厚度 2.58m，层顶埋深 3.10~31.00m（标高-27.69~3.62m），层底埋深 4.60~35.00m（标高-31.32~2.22m）。

可塑状粉质黏土层<4N-2>：黄褐色、红褐色，可塑，黏性好，土质不均，切面较光滑，主要由粉黏粒组成，局部含粉细砂，干强度中等，压缩性中等~高。本层普遍发育，共 238 孔揭露，揭露到层厚 0.40~15.80m，平均厚度 3.46m，层顶埋深 3.40~52.20m（标高-48.74~8.29m），层底埋深 6.00~54.10m（标高-50.64~5.09m）。

硬塑状粉质黏土层<4N-3>：黄褐色、灰黑色，硬塑，黏性好，土质不均，切面较光滑，含较多石英砂粒，干强度中等，压缩性中等。本层零星发育，共 41 孔揭露，揭露到层厚 0.50~13.20m，平均厚度 4.13m，层顶埋深 0.00~51.80m（标高-49.98~9.35m），层底埋深 4.10~52.60m（标高-50.78~4.67m）。

5) 残积层 (Q^{el})

残积土层由基岩风化残积形成，根据母岩类型，结合勘察揭露情况，主要是白垩系花岗岩、侏罗系花岗岩、奥陶系片麻岩及元古界混合花岗岩等风化作用形成的粉质黏土及砂质黏性土。根据塑性状态，本层分为 6 个亚层。

可塑状残积粉质黏土<5N-1>：红褐、棕褐、灰黄等色，可塑，土质较均匀，含较多石英，干强度韧性低，遇水易软化崩解，压缩性中等。该层在场地内零星发育，共 3 孔揭露，揭露到层厚 1.50~6.40m，平均厚度 4.03m，层顶埋深 13.00~20.80m（标高-20.31~-10.17m），层底埋深 19.40~25.00m（标高-24.15~-16.57m）。

硬塑状残积粉质黏土<5N-2>：红褐、棕褐、灰黄等色，硬塑，土质较均匀，含较多石英，干强度韧性低，遇水易软化崩解，压缩性中等-低。该层在场内地零星发育，共 7 孔揭露，揭露到层厚 0.50~12.00m，平均厚度 5.10m，层顶埋深 13.00~22.90m（标高-21.43~-11.39m），层底埋深 17.00~31.00m（标高-30.81~-15.39m）。

可塑状砂质黏性土<5H-1>：褐黄色，可塑，成分以黏粒、石英组成，土质较均匀，干强度及韧性低，遇水易软化崩解，为原岩风化残积而成。本层局部发育，共 69 孔揭露，揭露到层厚 0.80~15.80m，平均厚度 4.90m，层顶埋深 0.80~45.00m（标高-51.56~12.26m），层底埋深 7.50~45.80m（标高-52.36~6.76m）。

硬塑状砂质黏性土<5H-2>：褐黄色，硬塑，由黏粒、石英组成，土质较均匀，干强度及韧性低，遇水易软化崩解，为原岩风化残积而成。本层普遍发育，共 190 孔揭露，揭露到层厚 0.40~22.10m，平均厚度 4.93m，层顶埋深 0.70~60.50m（标高-62.53~6.76m），层底埋深 4.40~61.20m（标高-63.23~4.86m）。

可塑砂质黏性土<5Z-1>：褐黄色，可塑，成分以粉黏粒组成，土质不均，干强度韧性高，黏性一般，遇水易软化，压缩性中等。本层零星发育，共 5 孔揭露，揭露到层厚 3.60~4.80m，平均厚度 4.28m，层顶埋深 4.80~34.50m（标高-33.37~-2.99m），层底埋深 9.50~39.00m（标高-37.87~-7.69m）。

硬塑砂质黏性土<5Z-2>：褐黄色，硬塑-坚硬，成分以粉黏粒组成，土质不均，干强度韧性高，黏性一般，遇水易软化，压缩性中等。本层零星发育，共 24 孔揭露，揭露到层厚 1.00~11.90m，平均厚度 5.38m，层顶埋深 11.50~35.00m（标高-34.90~-8.99m），层底埋深 17.80~37.80m（标高-38.74~-15.29m）。

6) 岩石全风化带（E_{1x}、Ptgn、K₁^{b2}、O_{1ηγ}、T_{3ηγ}）

本层分为 3 个亚层，主要包括全风化泥质粉砂岩<6>，全风化花岗岩<6H>，和全风化混合花岗岩、片麻岩<6Z>，现分述如下：

全风化泥质粉砂岩<6>：褐红、褐黄色，原岩结构、构造基本被破坏，矿物已显著变化，已风化成土状，岩芯呈坚硬土柱状，合金钻具可钻进。本层零星发育，仅钻孔 MRSZ2-NS194D 揭露，揭露到层厚 2.30~2.30m，平均厚度 2.30m，层顶埋深 25.70~25.70m（标高-25.06~-25.06m），层底埋深 28.00~28.00m（标高-27.36~-27.36m）。

全风化岩浆岩<6H>：灰白色，肉红色，褐黄色，原岩结构基本破坏，但尚

可辨认，岩芯呈坚硬土状，遇水易软化崩解。本层普遍发育，共 283 孔揭露，揭露到层厚 0.80~26.60m，平均厚度 5.55m，层顶埋深 0.00~61.50m（标高-59.81~18.27m），层底埋深 4.00~63.50m（标高-61.91~17.47m）。

全风化变质岩<6Z>：红褐色，棕褐色，原岩结构基本破坏，但尚可辨认，岩芯呈坚硬土状，遇水易软化崩解。本层局部发育，共 58 孔揭露，揭露到层厚 0.60~17.70m，平均厚度 5.66m，层顶埋深 0.00~61.00m（标高-59.58~5.45m），层底埋深 4.40~61.90m（标高-60.48~1.05m）。

7) 岩石强风化带 (E_{1x}、Ptgn、K₁^{b2}、O_{1ηγ}、T_{3ηγ})

本层分为 5 个亚层，主要包括强风化含砾砂岩<7-1>、强风化花岗岩（半岩半土状）<7H-A>、强风化花岗岩（碎块状）<7H-B>、强风化混合花岗岩、片麻岩（半岩半土状）<7Z-A>、强风化混合花岗岩、片麻岩（碎块状）<7Z-B>，现分述如下：

强风化含砾砂岩<7-1>：褐红色、灰褐色，局部为灰色，砂质、砾质结构，块状构造，风化强烈，岩石结构破坏严重，岩性呈坚硬土状、半岩半土状，含少量中风化岩块，岩质较软，岩块敲击易碎，遇水易软化。本层零星发育，共 8 孔揭露，揭露到层厚 0.50~24.90m，平均厚度 10.58m，层顶埋深 20.00~59.00m（标高-56.59~-17.73m），层底埋深 31.20~62.00m（标高-59.59~-29.24m）。该层为极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为 V 类。

强风化岩浆岩（半岩半土状）<7H-A>：褐黄色，灰白色，原岩风化强烈，裂隙很发育，岩芯呈半岩半土状，局部夹碎块状，岩质极软，遇水易软化崩解。本层普遍发育，共 298 孔揭露，揭露到层厚 0.40~27.60m，平均厚度 6.46m，层顶埋深 0.40~61.90m（标高-66.80~23.73m），层底埋深 3.40~65.60m（标高-67.90~19.03m）。标贯试验数据见附表 7。该层为极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为 V 类。

强风化岩浆岩（碎块状）<7H-B>：褐黄色，肉红色，灰白色，原岩风化强烈，裂隙发育，岩芯呈碎块状，岩质极软-软，岩块锤击易碎，含少量中风化岩块。本层普遍发育，共 279 孔揭露，揭露到层厚 0.40~20.70m，平均厚度 3.73m，层顶埋深 1.80~67.60m（标高-67.90~19.03m），层底埋深 5.20~71.30m（标高-69.93~14.07m）。该层为极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为 V 类。

强风化变质岩（半岩半土状）<7Z-A>：黄褐色，红褐色，原岩风化强烈，

裂隙很发育，岩心呈半岩半土状，岩质极软，遇水易软化崩解。本层局部发育，共 92 孔揭露，揭露到层厚 0.40~25.40m，平均厚度 6.72m，层顶埋深 4.40~67.40m（标高-65.32~1.05m），层底埋深 8.90~68.50m（标高-66.42~-5.28m）。该层为极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为 V 类。

强风化变质岩（碎块状）<7Z-B>：肉红色，灰白色，原岩风化强烈，裂隙很发育，岩芯呈碎块状，岩质极软-软，岩块锤击易碎。本层局部发育，共 77 孔揭露，揭露到层厚 0.50~19.80m，平均厚度 4.29m，层顶埋深 8.90~69.60m（标高-67.52~-5.28m），层底埋深 12.20~70.90m（标高-69.47~-10.39m）。该层为极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为 V 类。

8) 岩石中等风化带 (E_{1x}、Ptgn、K₁^{b2}、O_{1ηγ}、T_{3ηγ})

本层分为 4 个亚层，主要包括中等风化含砾砂岩<8-1>、中风化花岗岩<8H>、中风化片麻岩<8Z-2>，现分述如下：

中风化含砾砂岩<8-1>：呈褐红色、棕红色，局部为灰色，砂质、砾质结构，层状构造，泥砂质、钙铁质胶结为主，节理裂隙发育。岩芯呈短柱状-长柱状，部分扁柱状，节长 3—20cm，泥质胶结岩质较软，铁钙质胶结岩质较硬，锤击可碎，局部夹强风化岩块，近似 RQD 约 40%。本层零星发育，共 6 孔揭露，揭露到层厚 0.80~10.30m，平均厚度 4.11m，层顶埋深 31.20~60.20m（标高-58.12~-29.24m），层底埋深 32.80~63.40m（标高-61.32~-30.84m）。该层为较软岩，岩体为较破碎，岩体基本质量等级为 IV 类。

中风化花岗岩<8H>：灰白色，肉红色，中粒结构，块状构造，成分主要为石英、长石，裂隙较发育，岩质稍硬，岩芯呈短柱状，扁柱状，节长 10-15cm，RQD=40%。本层普遍发育，共 274 孔揭露，揭露到层厚 0.10~42.00m，平均厚度 8.93m，层顶埋深 1.10~71.60m（标高-69.93~17.91m），层底埋深 11.50~79.80m（标高-73.11~-8.76m）。该层为较软岩，岩体为较破碎，岩体基本质量等级为 IV 类。

中风化混合花岗岩<8Z-1>：灰白色，肉红色，花岗变晶结构，条带状构造，成分主要为石英、长石，裂隙较发育，岩质稍硬，局部片麻结构，岩芯呈短柱状，长柱状，节长 5-20cm，RQD=78%。本层局部发育，共 109 孔揭露，揭露到层厚 0.20~30.30m，平均厚度 5.67m，层顶埋深 13.00~70.90m（标高-69.47~-10.63m），层底埋深 15.00~81.60m（标高-79.53~-13.57m）。该层为较软岩，岩体为较破

碎，岩体基本质量等级为IV类。

中风化片麻岩<8Z-2>：灰白色，花岗变晶结构，条带状构造，成分主要为石英、长石、角闪石、黑云母，裂隙较发育，岩体较破碎，岩质稍硬，岩芯呈碎块状-短柱状，部分扁柱状，节长 4-12cm，RQD=35%。本层零星发育，共 2 孔揭露，揭露到层厚 5.00~5.70m，平均厚度 5.35m，层顶埋深 32.00~40.40m（标高-37.96~-29.49m），层底埋深 37.00~46.10m（标高-43.66~-34.49m）。该层为较软岩，岩体为较破碎，岩体基本质量等级为IV类。

9) 岩石微风化带 (E_{1x}、Ptgn、K₁^{b2}、O_{1ηγ}、T_{3ηγ})

本层分为 2 个亚层，主要包括微风化花岗岩<9H>、微风化片麻岩<9Z-2>。

微风化花岗岩<9H>：灰白色，肉红色，中粒结构，块状构造，成分主要为石英、长石。裂隙稍发育，岩体较完整，岩质坚硬，岩芯呈短柱状-长柱状，少量扁柱状，节长 10-25cm，RQD=90%。本层零星发育，共 40 孔揭露，揭露到层厚 0.90~20.30m，平均厚度 6.59m，层顶埋深 15.30~54.50m（标高-57.23~-8.20m），层底埋深 25.70~61.20m（标高-65.43~-22.45m）。综合为坚硬岩，岩体较完整，岩体基本质量等级为II类。

微风化片麻岩<9Z-2>：灰白色，灰色，花岗变晶结构，条带状构造，成分主要为石英、长石、角闪石、黑云母，裂隙稍发育。岩体较破碎，岩质稍硬，岩芯呈短柱状，长柱状，扁柱状，节长 10-32cm，RQD=83%。本层零星发育，共 17 孔揭露，揭露到层厚 0.70~20.30m，平均厚度 8.39m，层顶埋深 15.00~75.50m（标高-74.47~-13.57m），层底埋深 24.30~81.00m（标高-79.97~-21.94m）。本层为较硬岩，岩体较完整，岩体基本质量等级为III类。

本项目工程地质勘察平面图、纵断面图和典型柱状图见图 3.1-3~图 3.1-5。

(4) 地震

根据国标《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）有关规定：本工程处于广州市南沙区II类场地基本地震动峰值加速度值为 0.10g，反应谱特征周期为 0.35s，对应的地震烈度为VII度；中山市翠亨新区、南朗镇、火炬开发区、石岐区、东区II类场地基本地震动峰值加速度值为 0.10g，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.35s，对应的地震烈度为VII度。

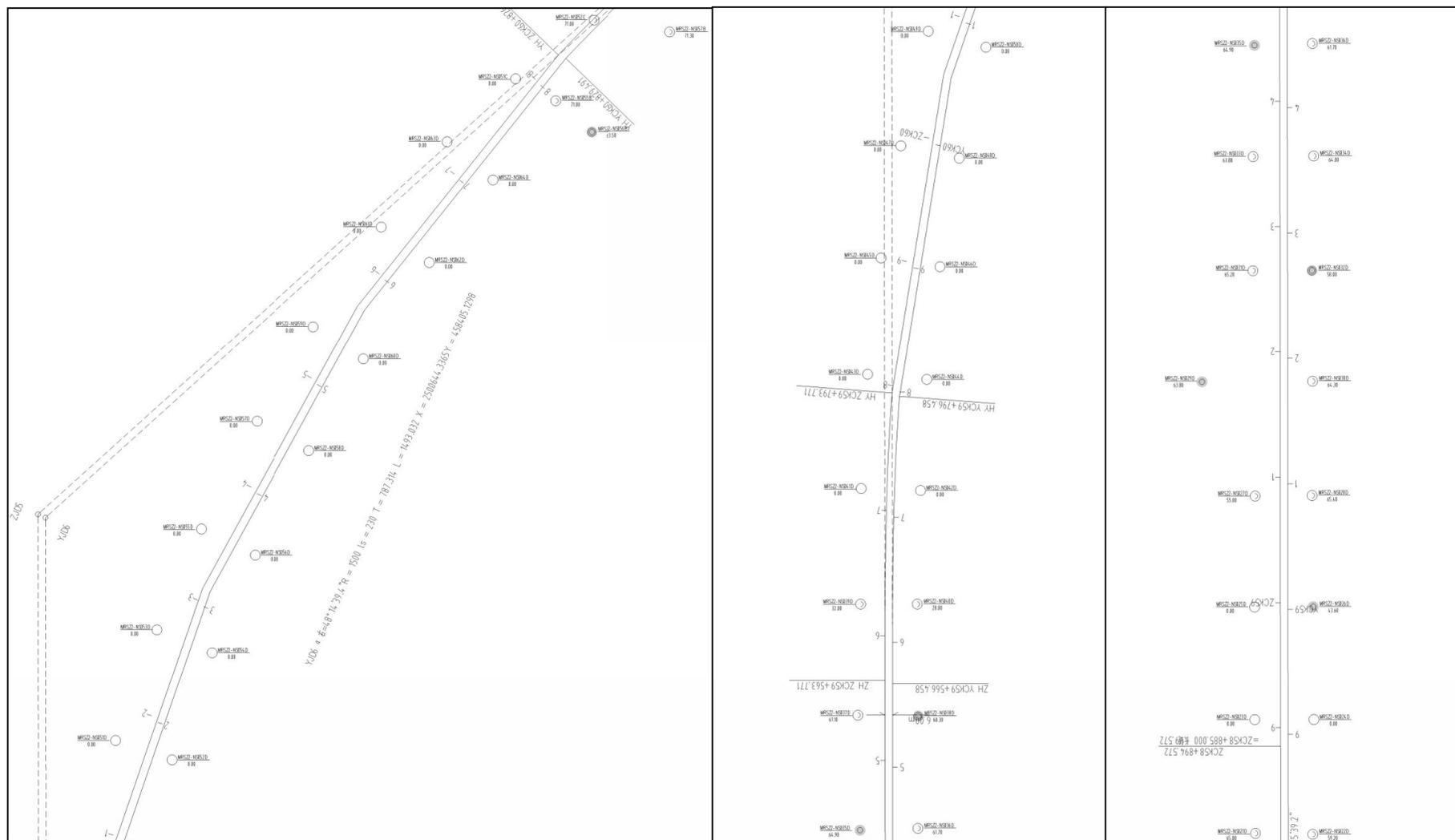


图 3.1-3a 本项目工程地质勘察平面图（洪奇沥水道段）

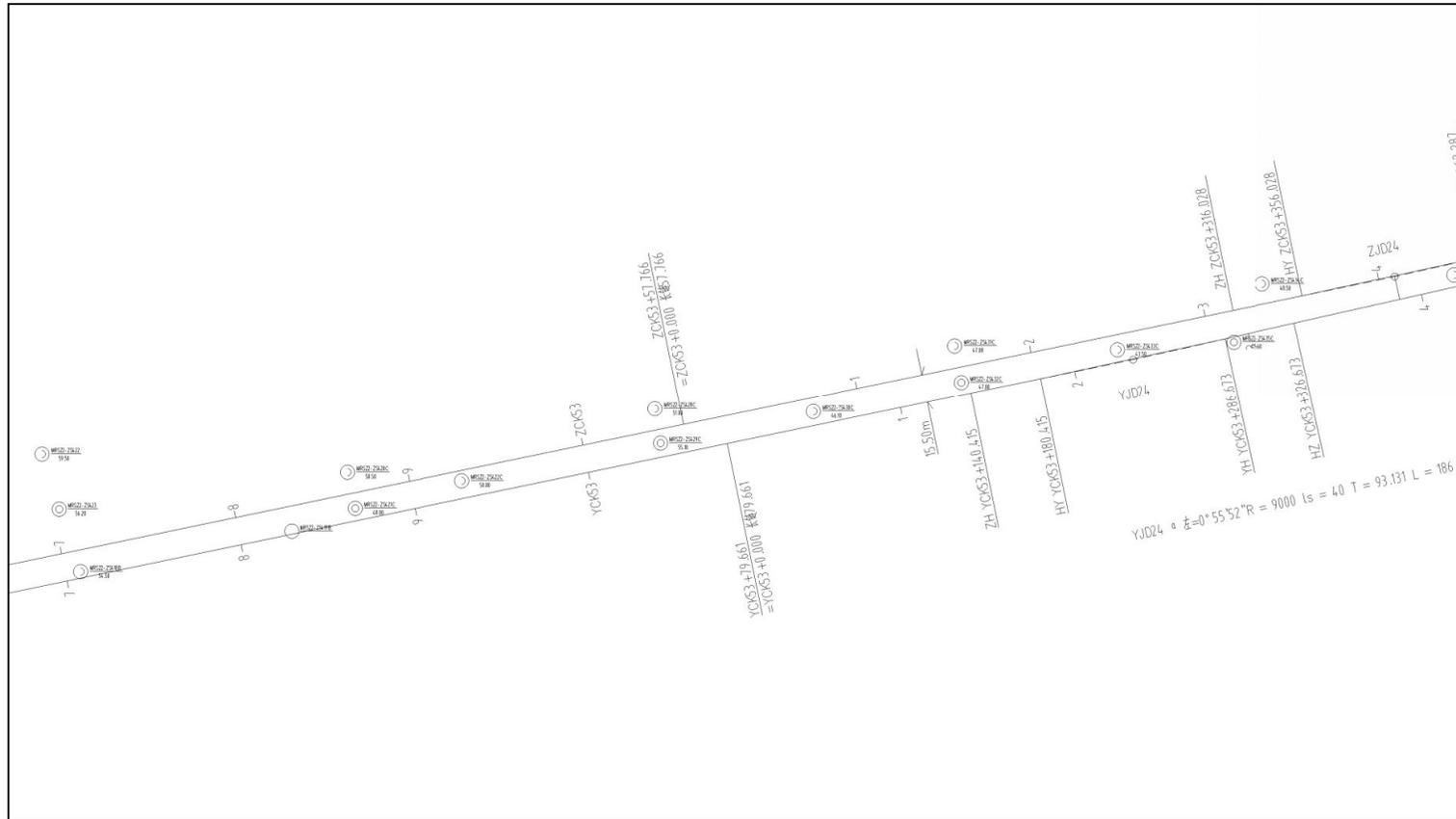
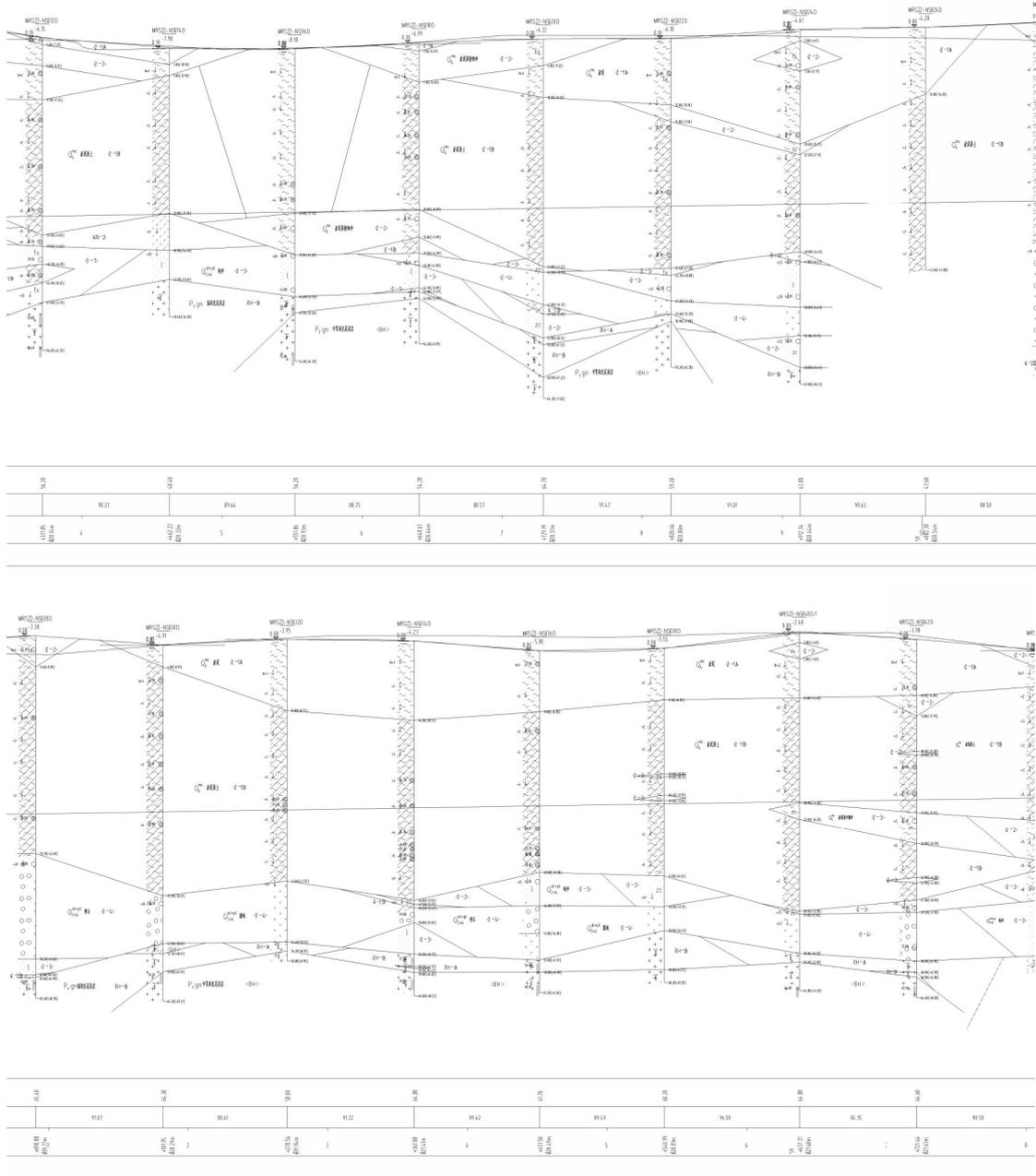


图 3.1-3 本项目工程地质勘察平面图（横门水道南支段）



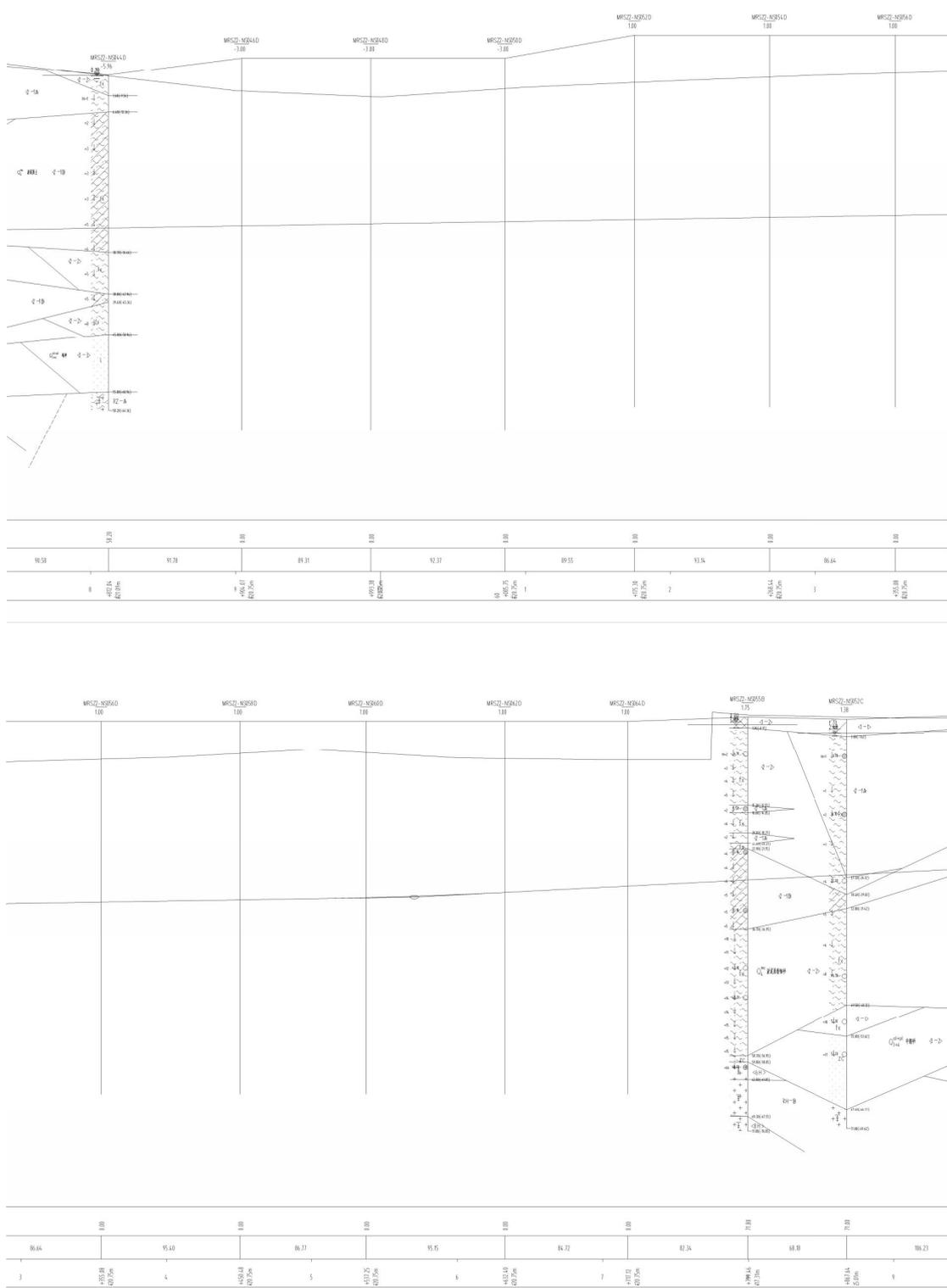


图 3.1-4b 工程地质典型断面图（洪奇沥水道段-2）

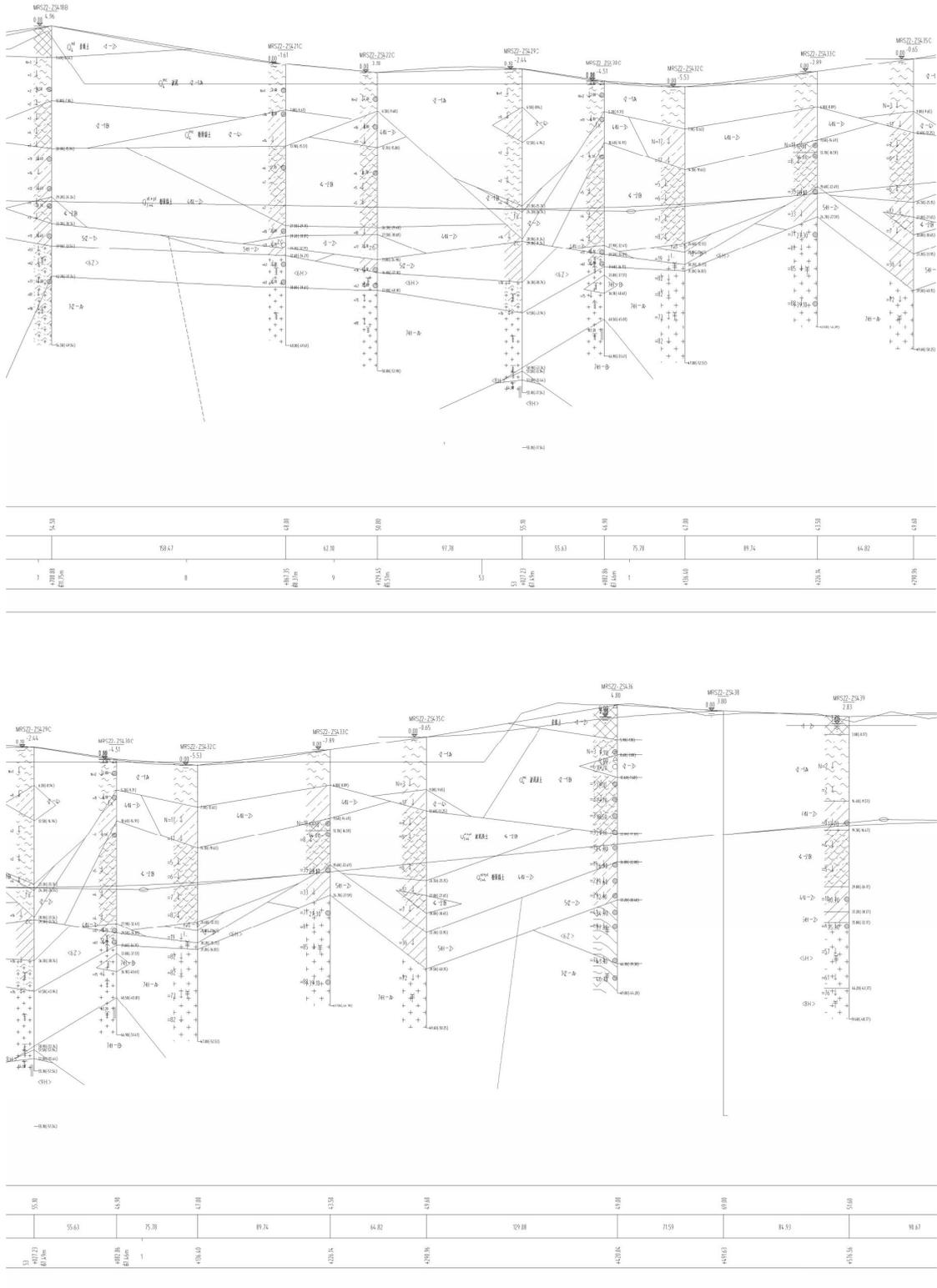


图 3.1-4c 工程地质典型断面图（横门水道南支段）

3.1.3 气候气象

本区域属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

本工程附近有广州南沙海洋站，可用该海洋站的气象资料分析结果代表工程区域的气象特征。

（1）气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 23.6℃，平均气温年变幅不大，年较差为 4.7℃。最热的月份出现在 6~9 月份，多年月平均气温为 28.7℃以上；5 月和 10 月次之，多年月平均气温为 26.4℃~26.6℃；最冷的月份出现在 12 月至翌年 2 月份，多年月平均气温在 17.0℃以下；3 月次之，多年月平均气温为 19.4℃。平均最高气温出现在 8 月份为 32.5℃，平均最低气温出现在 1 月份为 12.7℃。历年最高气温为 38.0℃，出现在 2014 年 07 月 22 日；历年最低气温为 4.2℃，出现在 2010 年 12 月 17 日。

（2）降水

本区域年降水量充沛，累年平均降水量为 1573.9mm，年际变化不大，最多年降水量为 2054.4mm（2008 年），最少年降水量为 1059.0mm（2011 年）。季节变化比较明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水量均在 150mm 以上，受季风和热带气旋影响，5~6 月份降水较多，累年月平均降水量为 294mm 以上；整个雨季平均降水量共 1349.5mm，占全年降水量的 86%。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 224.4mm，只占全年降水量的 14%。

历年日最大降水量为 304.8mm，出现在 2008 年 06 月 13 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~9 月份。

（3）风况

广州南沙海洋站地处季风区，累年平均风速 2.9m/s，年主导风向为北北东和南南东向，出现频率均为 16%和 14%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行北北东向风；春、夏季盛行偏南季风，偏南风频率较大，达 30%。常年平均风速变化不大，其平均值在 2.3~3.6m/s 之间。其中 5~8 月份的平均风速最小，

多年月平均值为 2.3~2.5m/s。历年最大风速为 19.9m/s，风向北北东，出现在 2008 年 08 月 22 日。

广州南沙海洋站强风向为北北东向，最大风速为 19.9m/s；次强风向为东北东向，其最大风速为 17.5m/s。常风向为北北东和南南东向，累年出现频率为 16% 和 14%，其对应风向的平均风速为 4.2m/s 和 2.5m/s，最大风速为 19.9m/s 和 11.2m/s。其余各风向常年出现频率分布在 1%~12%之间。风速及各风向分布见表 3.1-1。风玫瑰图详见图 3.1-6。

表 3.1-1 广州南沙海洋站各风向累年平均风速、最大风速与频率（%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
平均	3.9	4.2	3.1	2.3	2.4	2.2	2.2	2.5	2.3
频率	10	16	8	9	9	3	4	14	9
最大	15.3	19.9	14.2	17.5	17.4	14.7	10.3	11.2	8.9
日期	17	22	24	24	24	04	01	05	30
月份	04	08	06	07	09	08	07	10	06
年份	2007	2008	2008	2012	2008	2008	2007	2008	2007
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
平均	1.9	1.6	1.2	1.3	1.8	2.9	3.4		
频率	1	1	0	1	2	2	12	0	
最大	8.2	8.1	8.3	12.8	13.8	11.6	14.0		
日期	08	22	10	23	19	29	13		
月份	06	06	06	09	07	07	03		
年份	2007	2009	2007	2013	2009	2010	2009		

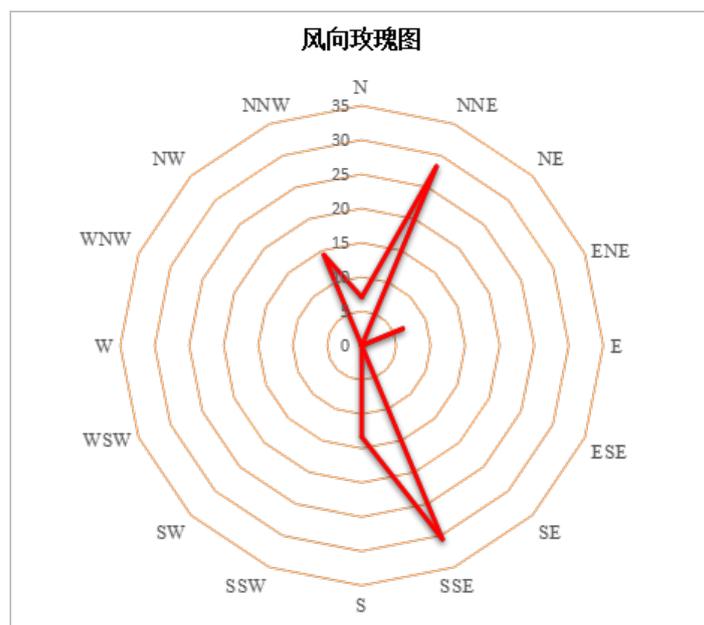


图 3.1-6 项目区域风玫瑰图

（4）湿度

广州南沙海洋站海域相对湿度一般，多年平均值为 78%，2~9 月份平均相对湿度较大，多年月平均为 78%以上，其余月份的平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 71%及以下，12 月份平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为 67%；本站观测到极端最小相对湿度为 13%，出现在 2010 年 12 月 09 日。

（5）能见度

广州南沙海洋站海域能见度一般，多年能见度平均值为 13.9km，6~9 月份平均能见度较大，多年月平均都在 14km 以上，7 月份能见度最大，多年月平均为 15.7km，其余月份平均能见度较小，多年月平均在 13.7km 及以下，本站观测到极端最小能见度为 0.2km，出现在 2011 年 04 月 03 日。

3.1.4 海洋水文

中国科学院南海海洋研究所于 2018 年 1 月 3~4 日在项目附近海域进行了水文观测，共布设水文测站 9 个，潮位站 1 个，具体位置见表 3.1-2 及图 3.1-7。所有船只在预定时间进入观测站位，并使用 DGPS 进行定位，测量水深；在海流观测开始前，投放水位计；海流观测结束后，回收水位计。

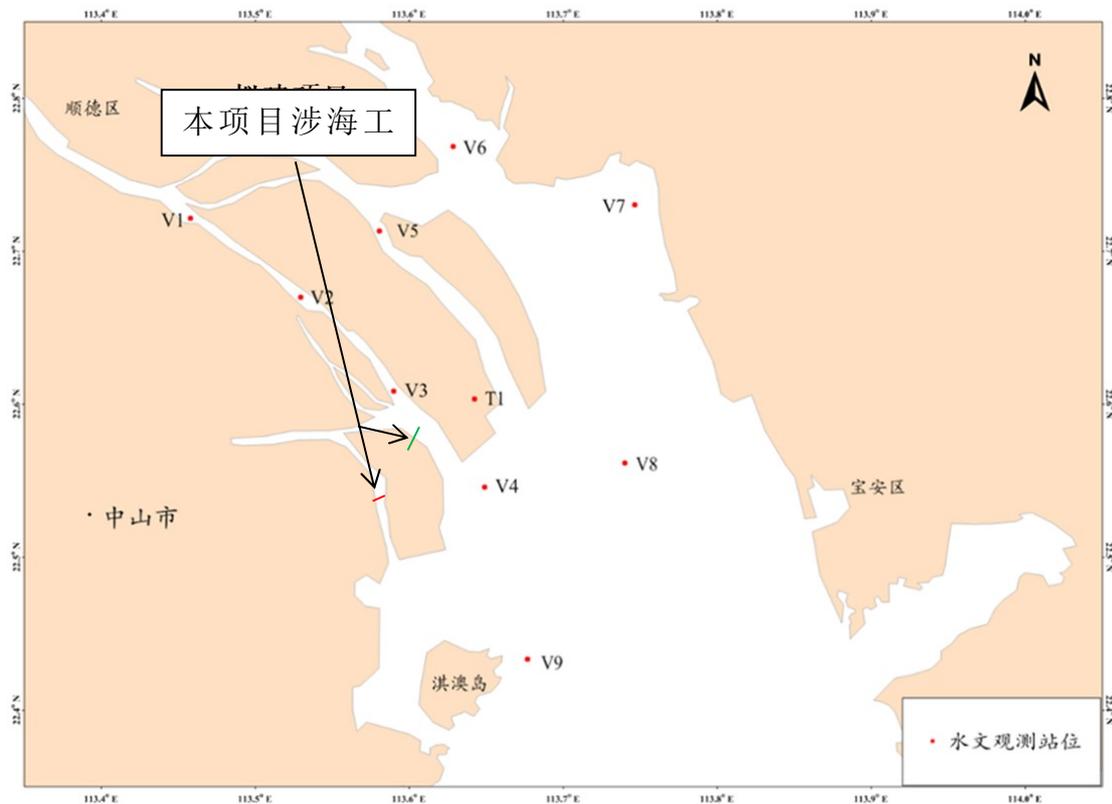


图 3.1-7 项目附近海域水文调查站位图

表 3.1-2 水文调查各测站坐标和观测项目

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
V1	22° 43.220'	113° 26.926'	海流、泥沙、温盐
V2	22° 40.184'	113° 31.754'	海流、泥沙、温盐
V3	22° 36.540'	113° 35.556'	海流、泥沙、温盐
V4	22° 32.491'	113° 38.875'	海流、泥沙、温盐
V5	22° 34.837'	113° 42.803'	海流、泥沙、温盐
V6	22° 46.959'	113° 36.759'	海流、泥沙、温盐
V7	22° 43.271'	113° 43.130'	海流、泥沙、温盐
V8	22° 33.704'	113° 44.502'	海流、泥沙、温盐
V9	22° 25.993'	113° 40.602'	海流、泥沙、温盐
T1	22° 36.209'	113° 38.545'	潮位

3.1.4.1 潮汐

地球上的海水，受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

在大部分港口和海区， K_1 、 O_1 、 M_2 和 S_2 是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 来进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当 $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

由于此次潮位观测的潮位资料时间只有 26 小时左右，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用引入差比数的最小二乘法对潮位进行调和与分析，分析之前潮位进行了气压订正。差比数取自邻近的长期验潮站内伶仃岛站的调和常数。分析得出的主要分潮的调和常数参见表 3.1-3。

据此调和常数，我们计算了特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F 值为 1.4，属于不规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落

潮历时的不等情况每天都在改变。从图 3.1-8 的潮位过程曲线可以看到，南沙附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 3.1-3 主要分潮的调和常数（基于 26 小时）

分潮	测站	T1	
		振幅 H (cm)	迟角 g (°)
O ₁		0.265	165.2
K ₁		0.328	214.2
M ₂		0.431	108.5
S ₂		0.172	137.0
M ₄		0.027	31.7
MS ₄		0.016	91.6
F		1.4	

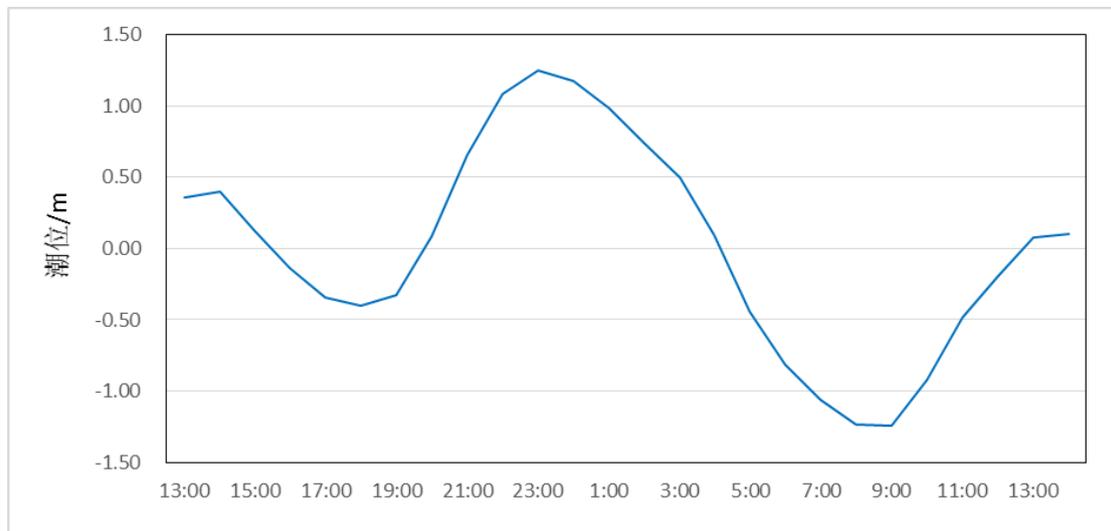


图 3.1-8 T1 站的潮位过程曲线（2018 年 1 月 3 日 13:00-2018 年 1 月 4 日 14:00）

3.1.4.2 海流

大潮期海流观测于 2018 年 1 月 3 日 13 时~2018 年 1 月 4 日 14 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 3.1-4，实测海流平面分布玫瑰图见图 3.1-9。根据图表分析如下：

由图可见，调查期间各测站实测海流以潮流为主，潮流流向以西北-东南向为主。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果（表 3.1-4），南沙附近各测站涨潮流流速平均值在 21.8~60.5cm/s 之间，落潮流流速平均值在 21.9~67.7cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 60.5cm/s，方向为 349.2°，出现在 V8 站的中层；最大落潮流的平均值为 67.7cm/s，方向为 160.3°，出现在 V8 站表层。

由表 3.1-4 还可看出，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 114.9cm/s、100.1cm/s、83.1cm/s，流向分别为 309.3°、303.7°、351.5°，分别出现在 V6 站表层、V6 站中层、V8 站底层；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 112.9cm/s、107.1cm/s、99.2cm/s，流向分别为 164.3°、203.9°、199.6°，均出现在 V8 站。

总体而言，落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值，各站层涨落潮流历时，互有长短。

表 3.1-4 南沙附近海域各测站涨潮流、落潮流统计表

海区	站位	测层	涨潮流（小时、cm/s、°）					落潮流（小时、cm/s、°）				
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
项目 附近 海域	V1	表层	14	25.6	321.8	56.6	324.2	12	22.7	140.1	48.1	129.7
		中层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		底层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	V2	表层	10	26.5	307.2	50.2	306.6	16	36.8	131.3	59.0	131.1
		中层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		底层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	V3	表层	10	41.9	316.2	71.3	316.4	16	43.5	143.9	70.1	148.0
		中层	8	33.6	320.9	62.3	336.1	18	39.5	150.8	64.1	182.3
		底层	8	31.0	321.4	58.4	341.5	18	35.9	153.2	59.6	180.5
	V4	表层	9	21.8	322.5	36.3	283.9	17	49.8	139.9	92.8	121.6
		中层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		底层	12	36.1	290.2	55.2	289.5	14	36.0	149.1	87.5	119.1
	V5	表层	10	38.9	341.6	77.0	342.6	16	65.9	158.5	96.1	167.9
		中层	12	37.2	336.5	75.0	341.9	14	46.7	159.4	76.4	160.9
		底层	12	30.8	348.9	62.8	337.0	14	31.2	166.6	52.3	160.7
	V6	表层	14	53.9	325.1	114.9	309.3	12	36.1	123.3	55.7	125.8
		中层	13	45.1	332.1	100.1	303.7	12	27.3	133.0	44.2	137.6
		底层	13	36.0	318.9	78.4	298.6	12	21.9	143.6	38.8	141.3
	V7	表层	14	37.1	351.0	68.9	328.2	12	37.8	144.4	62.8	132.7
		中层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		底层	13	31.0	322.5	50.1	320.7	13	26.9	137.3	43.9	135.1
	V8	表层	15	57.7	338.3	97.1	340.6	11	67.7	160.3	112.9	164.3
		中层	13	60.5	349.2	94.3	1.4	13	53.1	170.3	107.1	203.9
		底层	13	56.2	347.4	93.0	352.6	13	46.8	175.5	99.2	199.6
	V9	表层	10	40.2	13.2	83.1	351.5	16	41.9	145.2	87.4	131.8
		中层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		底层	11	34.4	336.6	58.2	337.3	14	32.6	174.5	53.4	166.1

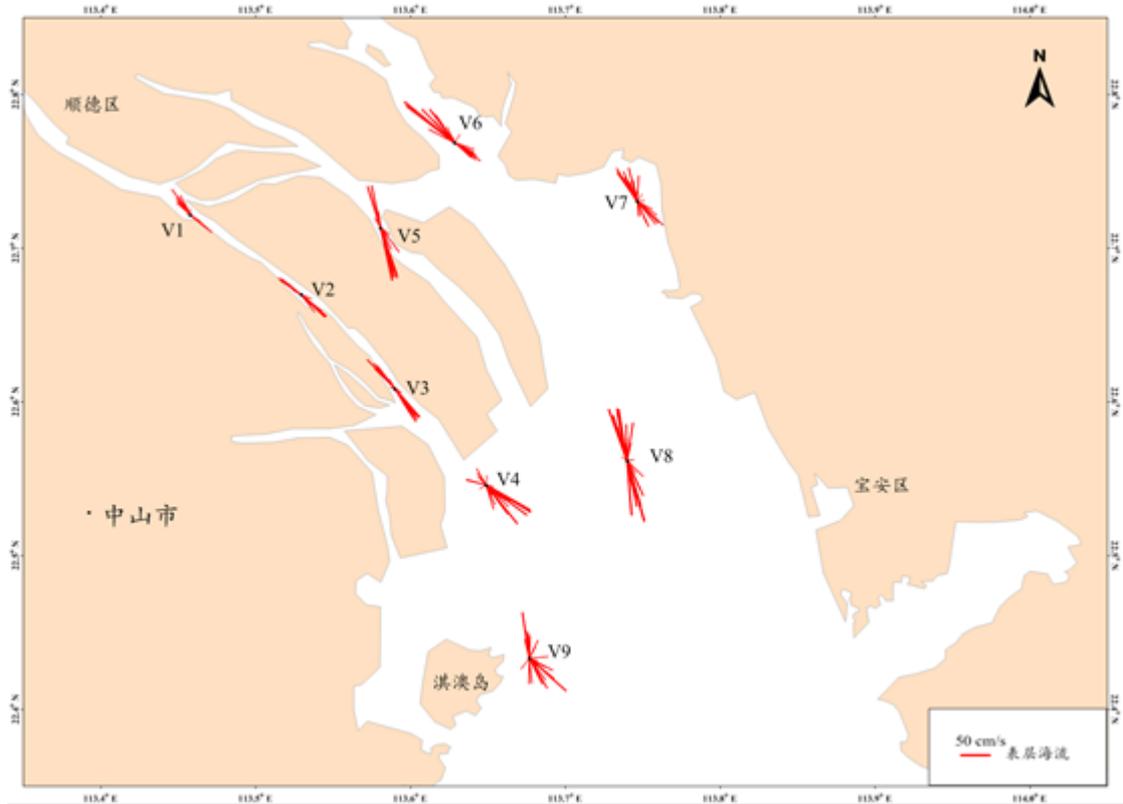


图 3.1-9a 项目附近实测海流玫瑰图（表层）

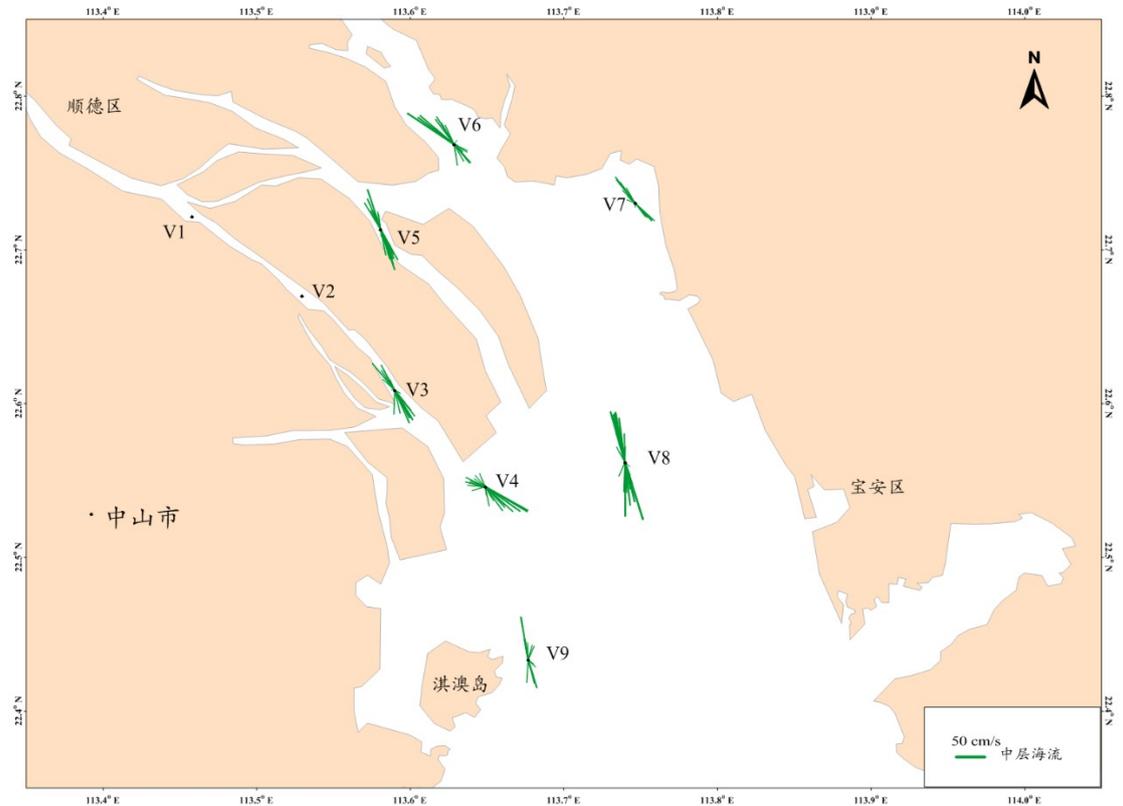


图 3.1-9b 项目附近实测海流玫瑰图（中层）

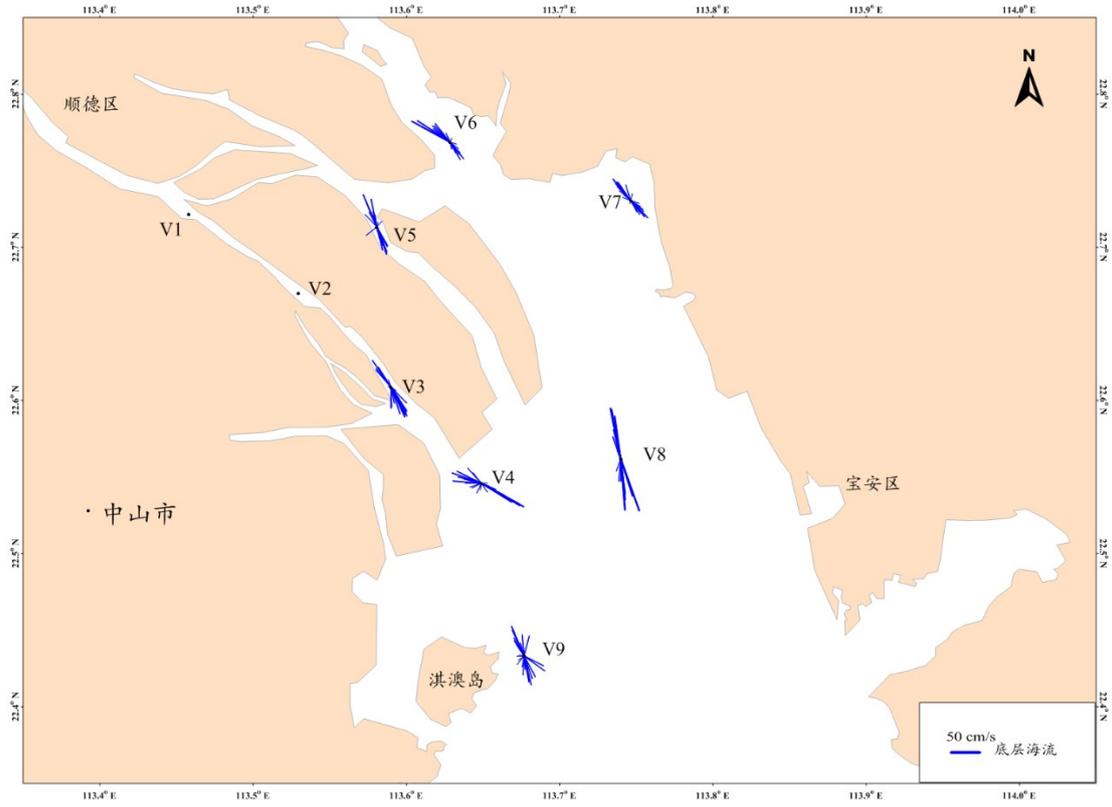


图 3.1-9c 项目附近实测海流玫瑰图（底层）

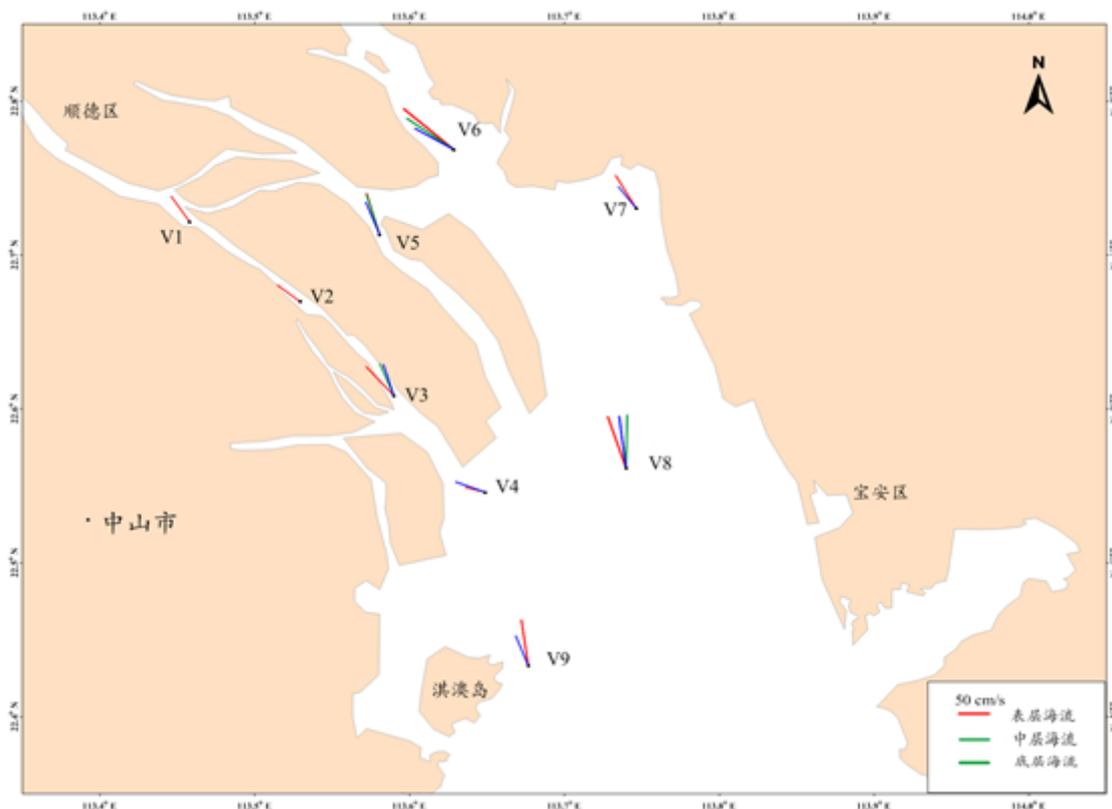


图 3.1-9d 涨急流场图

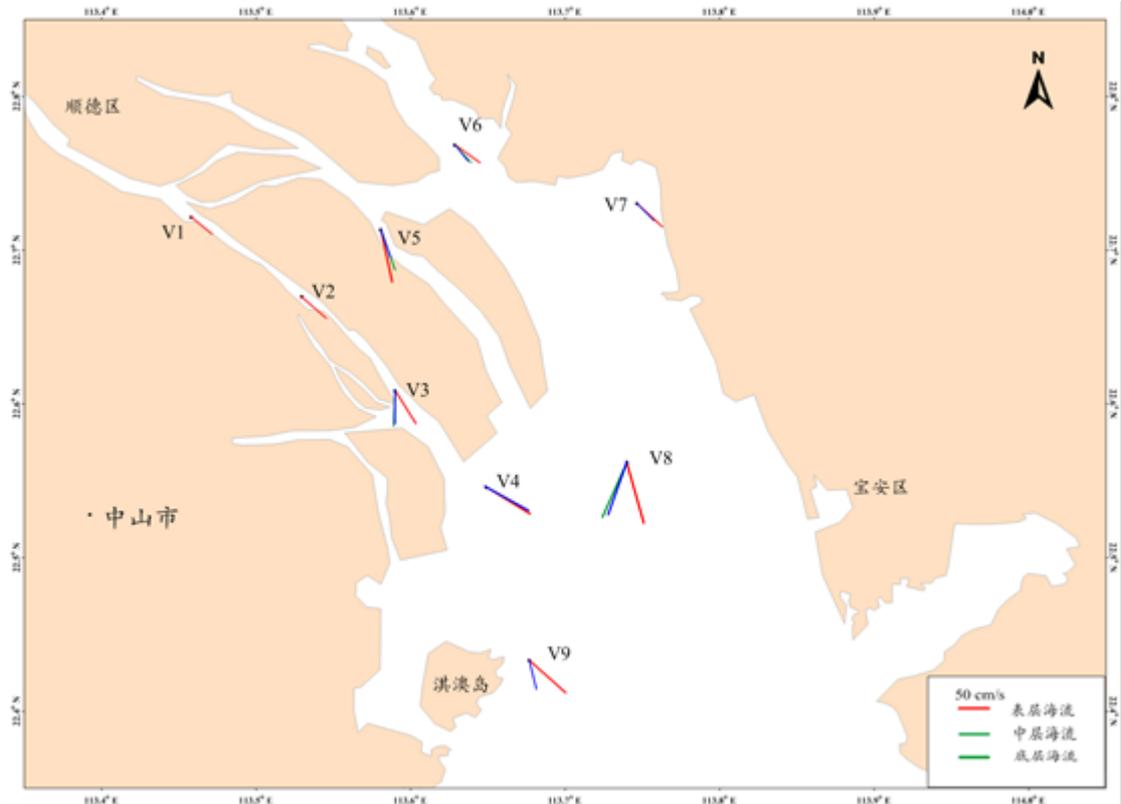


图 3.1-9e 落急流场图

3.1.4.3 余流

表 3.1-5 为大潮期间各测站的余流，图 3.1-10 是各站余流分布图。从图表中可知，南沙附近各站余流大小量值介于 0.6 cm/s~26.2 cm/s 之间，最大余流出现在 V5 站表层，大小为 26.2 cm/s，方向为 161.4°；最小余流出现在 V9 站底层，大小为 0.6cm/s，方向为 195.0°。

就整个海域而言，大潮期间，余流较小，方向较紊乱。

表 3.1-5 项目附近海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

海区	站位	测层	流速	流向
项目附近	V1	表层	4.2	358.8
		中层	--	--
		底层	--	--
	V2	表层	12.9	134.7
		中层	--	--
		底层	--	--
	V3	表层	11.6	151.3
		中层	17.6	327.1
		底层	15.9	159.8
	V4	表层	25.4	132.7

		中层	--	--
		底层	5.8	176.1
	V5	表层	26.2	161.4
		中层	12.0	159.9
		底层	4.9	164.4
	V6	表层	12.6	332.5
		中层	9.6	311.3
		底层	8.6	288.9
	V7	表层	6.1	47.9
		中层	--	--
		底层	2.4	2.2
	V8	表层	5.3	46.7
		中层	3.8	326.9
		底层	4.9	326.5
	V9	表层	16.1	106.9
中层		--	--	
底层		0.6	195.0	

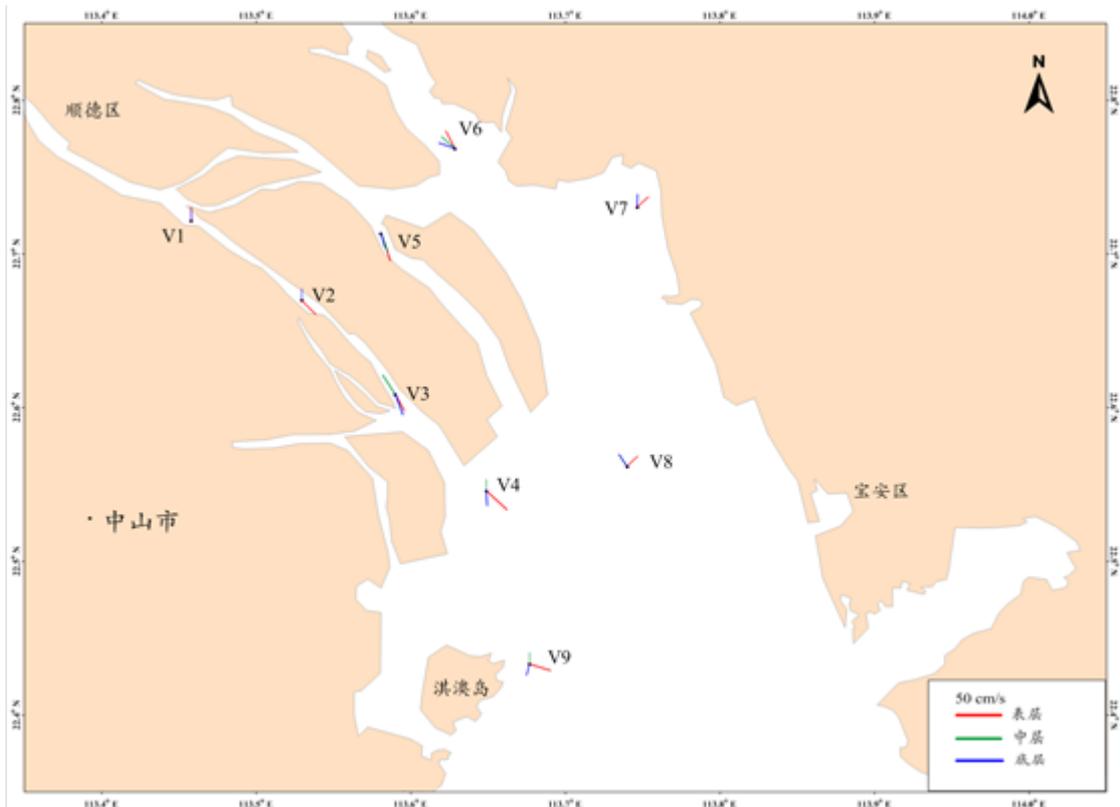


图 3.1-10 各站余流分布图

3.1.4.4 悬沙

为获取项目附近海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。

悬沙采样频率为每两小时一次，采样层次为表、中、底三层，表 3.1-6 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底三层含沙量曲线呈不规则变化，大部分站层含沙量一般不超过 $0.16\text{kg}/\text{m}^3$ 。

从含沙量特征值统计表来看，表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 $0.1074\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.1246\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.1597\text{kg}/\text{m}^3$ ，分别出现在 V6、V6、V8 站。

表 3.1-6 各站含沙量特征值统计表 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)

站位	测层	最大值	最小值	平均值
V1	表	0.0174	0.0078	0.0127
	中	--	--	--
	底	--	--	--
V2	表	0.0390	0.0109	0.0219
	中	--	--	--
	底	--	--	--
V3	表	0.0209	0.0019	0.0084
	中	0.0246	0.0026	0.0107
	底	0.0456	0.0042	0.0189
V4	表	0.0461	0.0080	0.0167
	中	0.0362	0.0092	0.0175
	底	0.0626	0.0130	0.0272
V5	表	0.0209	0.0067	0.0123
	中	0.0266	0.0057	0.0157
	底	0.0303	0.0110	0.0199
V6	表	0.1074	0.0066	0.0504
	中	0.1246	0.0077	0.0570
	底	0.1053	0.0179	0.0556
V7	表	0.0357	0.0060	0.0143
	中	--	--	--
	底	0.0282	0.0031	0.0133
V8	表	0.0805	0.0020	0.0270
	中	0.1222	0.0097	0.0584
	底	0.1597	0.0131	0.0825
V9	表	0.0383	0.0011	0.0161
	中	--	--	--
	底	0.0689	0.0048	0.0331

3.1.5 海洋水质现状与评价

3.1.5.1 调查概况

(1) 调查站位

本次海洋环境调查设水质调查站位 12 个，具体详见表 3.1-7 和图 3.1-11。

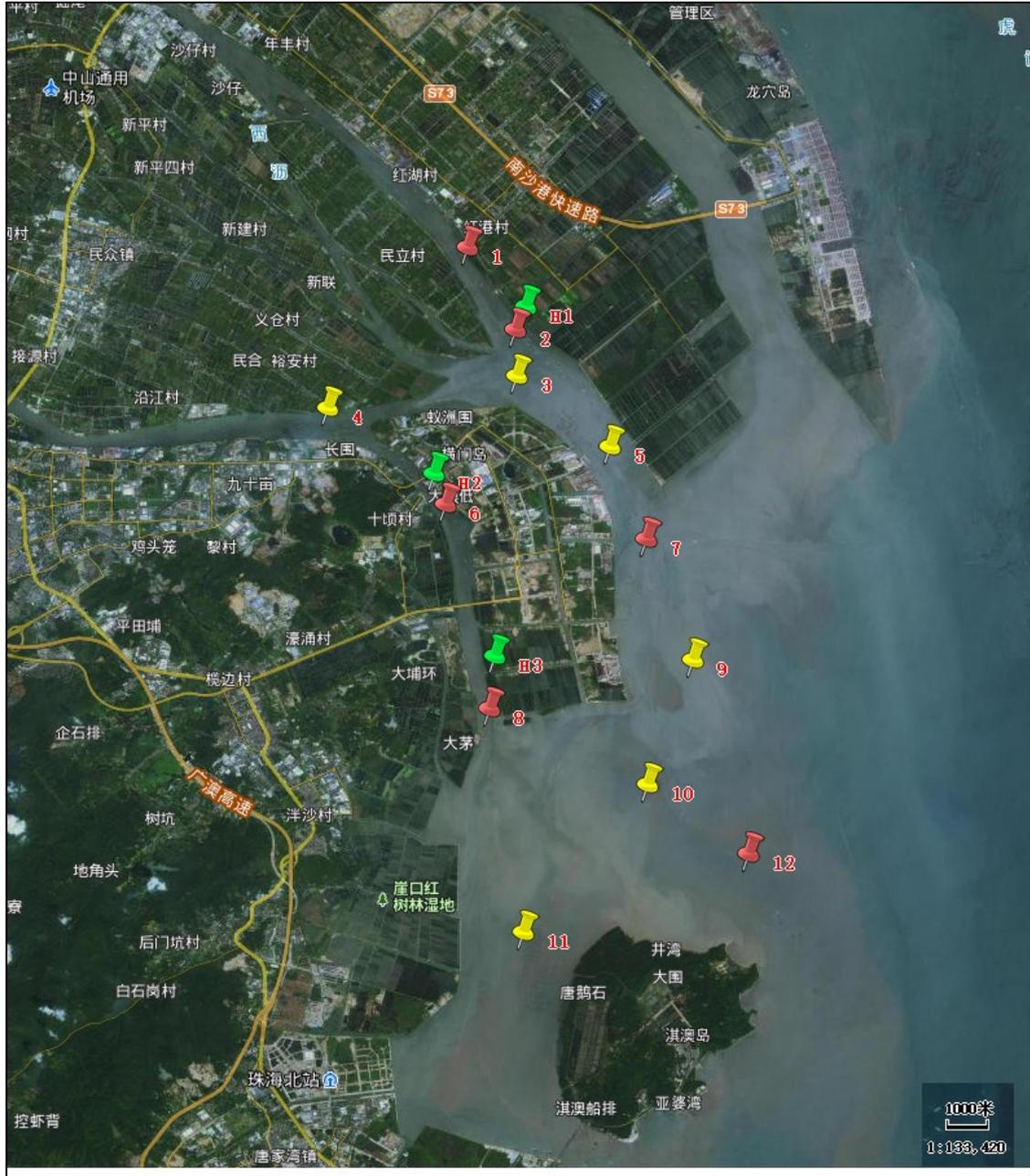


图 3.1-11 海洋环境与生态调查站位示意图

表 3.1-7 海洋环境现状调查站位一览表

站位	北纬	东经	水质	海洋生态	沉积物	备注	执行标准
1	22°37.274'	113°34.960'	√	√	√		海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
2	22°36.002'	113°35.825'	√	√	√		海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
3	22°35.273'	113°35.769'	√				执行海水水质四类，沉积物三类，生物体三类
4	22°34.701'	113°32.710'	√				执行海水水质三类，沉积物二类，生物体二类
5	22°34.157'	113°37.284'	√				海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
6	22°33.033'	113°34.759'	√	√	√		执行海水水质三类，沉积物二类，生物体二类
7	22°32.681'	113°37.836'	√	√	√		海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
8	22°29.912'	113°35.396'	√	√	√		执行海水水质二类，沉积物一类，生物体一类
9	22°30.686'	113°38.955'	√				海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
10	22°28.311'	113°37.366'	√				执行海水水质二类、沉积物一类、生物质量一类
11	22°26.335'	113°35.977'	√				执行海水水质二类、沉积物一类、生物质量一类
12	22°27.562'	113°39.469'	√	√	√		海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
H1	22°36.263'	113°35.970'				潮间带	/
H2	22°32.905'	113°34.621'				潮间带	/
H3	22°29.855'	113°35.158'				潮间带	/

（2）调查时间和频率

本次调查由中国科学院南海海洋研究所于 2022 年 9 月（秋季）进行，大潮期开展一次水质调查。

（3）调查因子

海水监测因子包括：水温、pH、盐度、活性磷酸盐、石油类、NO₃-N、NO₂-N、NH₃-N、DO、COD、SS、Cu、Pb、Zn、Cd 等。

（4）调查与分析方法

调查采样及分析方法根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行。

所用观测船只进入预定站位，使用 DGPS 进行定位，测量水深。根据水深，进行温度、pH 等现场观测，同时用采水器采集样品（向风逆流采样），并进行分装、预处理、编号记录、保存，样品带回实验室按照国标方法进行分析测定。

水深<10m 时，采表层水样；10m≤水深<50m 时，采表、底层水样；其中表层为距表面 0.1~1m，底层为离底 2m。

3.1.5.2 水质调查结果和评价

（1）水质调查结果

2022 年 9 月（秋季）水质调查结果见表 3.1-8。

（2）评价方法和评价标准

评价方法：采用单因子指数法对海水水质现状进行评价，污染指数大于 1 表示超过了规定的水质标准。各监测项目的污染指数计算公式如下：

·一般性水质因子的指数计算公式：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中： $S_{i,j}$ 为评价因子 i 的水质指数； $C_{i,j}$ 为评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L； C_{si} 为评价因子 i 的水质评价标准值，mg/L。

·DO 的标准指数计算公式：

$$S_{DO,j} = DO_j / DO_s \quad DO_j \leq DO_s$$

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

式中： S_{DO_j} 为溶解氧的标准指数； DO_j 为溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L； DO_s 为溶解氧的水质评价标准值，mg/L； DO_f 为饱和溶解氧浓度，mg/L，对于入海河口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ； S 为实用盐度符号，量纲为1； T 为水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

pH的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, pH \leq 7.0; \quad S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH > 7.0$$

式中： S_{pH} 为pH值的指数；pH为实测统计代表值； pH_{sd} 为评价标准中pH值的下限值； pH_{su} 为评价标准中pH值的上限值。

评价标准：根据《广东省海洋功能区划（2012-2020年）》中各海洋功能区的水质目标要求，确定各站位评价标准。

（3）水质评价结果

2022年9月（秋季）海水水质现状评价标准指数详见表3.1-9。

由表可知，在站位3、4、6、8、10和11中，除站位4、6、10和11无机氮超出对应功能区海水水质标准为，其他指标均符合对应海水水质标准，站位4、6、10和11无机氮超标倍数分别为0.31倍、0.64倍、2.58倍和2.37倍。对应要求维持现状的站位1、5、7、9和12中，站位1整体满足三类水质标准，站位5表层整体满足四类水质标准，其中如2、5底层、7表和底层、9表层和12表层无机氮均超出了四类标准。

表 3.1-8 海水水质监测结果

序号	站位	层次	DO mg/L	COD mg/L	pH	盐度 ‰	油类 mg/L	SS mg/L	亚硝酸盐 mg/L	氨氮 mg/L	硝酸盐 mg/L	活性磷酸 盐 mg/L	铜 µg/L	铅 µg/L	锌 µg/L	镉 ug/L
1.	9	表	7.09	2.18	7.73	10.5109	0.031	13.0	0.1220	0.050	0.858	0.021	2.8	0.70	8.1	0.11
2.	10	表	8.72	1.43	7.83	5.6846	0.025	10.7	0.1068	0.029	0.938	0.023	2.0	2.31	10.8	0.06
3.	11	表	7.30	1.42	7.86	6.5516	0.032	11.0	0.1070	0.028	0.984	0.022	1.8	1.57	5.6	0.05
4.	12	表	7.62	1.42	7.87	16.0626	0.028	24.7	0.1209	0.048	1.004	0.017	2.2	0.28	5.6	0.11
5.	7	表	7.70	1.49	7.82	4.6884	0.034	19.0	0.0998	0.053	0.739	0.029	1.6	0.71	5.3	0.04
6.	7	底	7.18	1.36	7.79	10.7840	—	19.7	0.1238	0.040	0.856	0.022	1.7	<0.03	5.3	0.09
7.	5	表	8.06	1.25	7.98	1.8307	0.028	10.3	0.0874	0.045	0.337	0.024	2.2	0.09	8.4	0.02
8.	5	底	6.94	1.38	7.77	5.4153	—	13.0	0.1099	0.057	0.449	0.030	1.9	0.07	5.6	0.04
9.	3	表	8.88	1.32	8.00	1.2036	0.025	10.3	0.0721	0.020	0.351	0.025	1.8	0.14	7.6	<0.01
10.	2	表	7.86	1.29	7.97	0.9588	0.021	11.7	0.0788	0.020	0.478	0.023	1.7	0.54	6.1	<0.01
11.	1	表	7.55	1.24	7.79	0.6400	0.031	26.0	0.0915	0.029	0.132	0.024	2.0	0.07	6.3	<0.01
12.	1 平行	表	7.73	1.22	7.80	0.6391	0.030	29.7	0.0903	0.028	0.103	0.025	1.9	0.15	6.4	<0.01
13.	4	表	6.77	0.95	7.79	0.1886	0.031	22.0	0.0678	0.126	0.198	0.026	1.4	0.14	6.0	<0.01
14.	6	表	7.16	1.39	7.78	1.2213	0.027	12.3	0.0808	0.114	0.460	0.024	1.6	0.13	8.0	<0.01
15.	8	表	7.30	0.88	7.79	0.6186	0.043	55.0	0.0932	0.108	0.055	0.025	1.5	0.15	7.0	<0.01

注：“—”表示未监测，下同。

表 3.1-9a 海水水质标准指数

站位	层次	标准指数											执行标准
		DO	COD	pH	石油类	SS	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	
3	表	0.31	0.44	0.67	0.05	0.10	0.89	0.06	0.04	0.003	0.015	0.0005	四类
4	表	0.74	0.32	0.44	0.62	0.22	1.31	0.87	0.14	0.03	0.12	0.001	二类
6	表	0.83	0.46	0.43	0.09	0.12	1.64	0.8	0.03	0.01	0.08	0.0005	三类
8	表	0.68	0.29	0.44	0.86	0.55	0.854	0.83	0.15	0.03	0.14	0.001	二类
10	表	0.53	0.48	0.46	0.5	0.107	3.58	0.77	0.2	0.462	0.216	0.001	二类
11	表	0.68	0.47	0.48	0.64	0.11	3.73	0.73	0.18	0.314	0.112	0.001	二类

表 3.1-9b 要求维持现状的调查站位海水水质标准指数

站位	层次	标准指数										
		DO	COD	pH	石油类	SS	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉
1	表	0.006	0.62	0.53	0.62	0.26	0.63	0.8	0.4	0.07	0.32	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	三类	三类	二类	一类	一类	一类	一类
1 平行	表	0.12	0.61	0.53	0.60	0.30	0.55	0.83	0.38	0.15	0.32	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	三类	三类	二类	一类	一类	一类	一类
2	表	0.22	0.65	0.65	0.42	0.12	1.15	0.77	0.34	0.54	0.31	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	三类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
5	表	0.33	0.63	0.65	0.56	0.10	0.94	0.8	0.44	0.09	0.42	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	三类	四类	二类	一类	一类	一类	一类
5	底	0.86	0.69	0.51	/	0.13	1.23	1	0.38	0.07	0.28	0.005
满足标准		一类	一类	一类	/	三类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书

7	表	0.17	0.75	0.55	0.68	0.19	1.78	0.97	0.32	0.71	0.265	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	三类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
7	底	0.84	0.68	0.53	/	0.197	2.04	0.73	0.34	0.015	0.265	0.005
满足标准		一类	一类	一类	/	三类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
9	表	0.85	0.73	0.49	0.62	0.13	2.06	0.7	0.56	0.7	0.405	0.005
满足标准		一类	二类	一类	一类	三类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
12	表	0.79	0.71	0.58	0.56	0.247	2.35	0.57	0.44	0.28	0.28	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	三类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类

3.1.6 海洋沉积物质量现状与评价

3.1.6.1 调查概况

(1) 调查站位

本次海洋环境调查设沉积物调查站位 6 个，具体详见表 3.1-7 和图 3.1-11。

(2) 调查时间和频率

本次调查由中国科学院南海海洋研究所于 2022 年 9 月（秋季）进行，大潮期开展一次沉积物调查。

(3) 调查因子

沉积物调查因子包括：铜、铅、锌、镉、有机碳和石油类共 6 项。

(4) 调查与分析方法

调查采样及分析方法根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行。

所用观测船只进入预定站位，用采泥器采集样品，在同一采样点周围采样 2~3 次，采集深度不小于 5cm，将各次采集的样品混合均匀分装，编号记录、保存，样品带回实验室按照国标方法进行分析测定。

3.1.6.2 沉积物调查结果和评价

(1) 调查结果

2022 年 9 月（秋季）海洋沉积物现状调查结果详见表 3.1-10。

表 3.1-10 沉积物现状调查结果

站位	铜 (10^{-6})	铅 (10^{-6})	锌 (10^{-6})	镉 (10^{-6})	有机碳 (%)	油类 (10^{-6})
1	32.9	27.5	95.4	<0.04	1.10	861.8
2	32.7	12.4	88.1	<0.04	0.78	269.7
6	26.8	17.2	109.5	<0.04	2.15	22.8
7	58.9	56.5	99.3	0.10	1.36	148.3
8	37.9	21.8	116.4	0.06	0.69	291.4
12	14.6	18.2	72.7	<0.04	0.26	11.3

(2) 现状评价

沉积物单项指数评价结果见表 3.1-11。

由表可知，对应要求维持现状的站位 1、7 整体满足第二类沉积物标准的要

求，2 和 12 整体满足第一类沉积物标准的要求。站位 8 除铜出现超标外（超标 0.08 倍），其他指标均符满足第一类沉积物标准的要求，站位 6 各指标均满足第二类沉积物标准的要求。

表 3.1-11a 沉积物监测结果标准指数（维持现状）

监测项目		铜	铅	锌	镉	有机碳	石油类
站位 1	标准指数	0.94	0.46	0.64	0.04	0.55	0.86
	符合标准	一类	一类	一类	一类	一类	二类
站位 2	标准指数	0.93	0.21	0.59	0.04	0.39	0.54
	符合标准	一类	一类	一类	一类	一类	一类
站位 7	标准指数	0.59	0.94	0.66	0.20	0.68	0.30
	符合标准	二类	一类	一类	一类	一类	一类
站位 12	标准指数	0.42	0.30	0.48	0.04	0.13	0.02
	符合标准	一类	一类	一类	一类	一类	一类

注：“<”以方法检出限的一半进行计算。

表 3.1-11b 沉积物监测结果标准指数

监测项目	铜	铅	锌	镉	有机碳	石油类	执行标准
站位 6	0.27	0.13	0.31	0.01	0.72	0.02	二类
站位 8	1.08	0.36	0.78	0.12	0.35	0.58	一类

注：“<”以方法检出限的一半进行计算。

3.1.7 海洋生物质量现状与评价

3.1.7.1 调查概况

(1) 调查站位

本次海洋环境调查设海洋生物体调查站位 6 个，具体见表 3.1-7 和图 3.1-11。

(2) 调查时间和频率

本次调查由中国科学院南海海洋研究所于 2022 年 9 月（秋季）进行，大潮期各开展一次生物体质量调查。

(3) 调查因子

生物残毒因子：石油烃、铜、铅、锌、镉共 5 项。

(4) 调查与分析方法

调查采样及分析方法根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调

查规范》（GB/T 12763-2007）进行。

分别在底栖生物、潮间带生物、游泳生物调查结果中采集代表性样品进行生物体质量分析。贝类样品挑选采集体长大致相似的个体约 1.5kg，用现场海水冲洗干净后（由于本次调查中未采集到足够数量的贝类样品，调查在特呈岛附近渔民处购买，其贝类产品来源于特呈岛附近海域），放入双层聚乙烯袋中冷冻保存。虾、鱼类等生物的取样量为 1.5kg 左右，保证选取足够数量（一般需要 100g 肌肉组织）的完好样品用于分析测定，用现场海水冲洗干净后，放入双层聚乙烯袋中冷冻保存。样品带回实验室按照国标方法进行分析测定。

3.1.7.2 生物体调查结果和评价

(1) 调查结果

2022 年 9 月（秋季）海洋生物体现状调查结果详见表 3.1-12。

表 3.1-12 生物体内各项指标的平均含量（湿重）

序号	站号	物种名称	铜 (10^{-6})	铅 (10^{-6})	锌 (10^{-6})	镉 (10^{-6})	石油烃 (10^{-6})	干湿比 F
1	1	鲢	<2.0	0.18	21.2	0.010	42.0	0.1712
2	1	红树蚬	18.3	0.68	221.3	0.219	472.7	0.1193
3	2	三角鲂	<2.0	0.19	35.8	0.022	15.6	0.1749
4	6	圆吻海鲷	2.4	0.20	34.0	0.021	14.0	0.2091
5	7	长鳍莫鲻	<2.0	0.18	12.5	0.018	33.0	0.1671
6	8	近缘新对虾	17.3	0.25	59.6	0.102	20.5	0.1725
7	12	拟穴青蟹	12.4	<0.04	159.2	0.442	30.8	0.1655

(2) 现状评价

海洋生物体质量现状评价采用单项指数法，贝类生物质量评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中相应标准，其它类（鱼类和甲壳类）生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

2022 年 9 月（秋季）海洋生物体现状评价结果见表 3.1-13。根据评价结果：本次调查海域生物体中，对应要求维持现状的站位，1、7、12 均存在指标无法

满足标准要求；6号站位和8号站位各指标均满足相关质量标准的要求。

表 3.1-13 生物体内各项指标的质量指数

站位	名称	种类	铜	铅	镉	锌	石油烃
1	鲢	鱼类	0.05	0.09	0.53	0.02	2.1
要求	维持现状	/	满足	满足	满足	满足	不满足
1	红树蚬	贝类	0.73	0.34	2.21	0.11	9.45
要求	维持现状	/	二类	二类	劣三类	二类	二类
2	三角鲂	鱼类	0.05	0.095	0.90	0.04	0.78
要求	维持现状	/	满足	满足	满足	满足	满足
6	圆吻海鲷	鱼类	0.12	0.1	0.85	0.04	0.7
7	长鳍莫鲻	鱼类	0.05	0.09	0.31	0.03	1.65
要求	维持现状	/	满足	满足	满足	满足	不满足
8	近缘新对虾	甲壳类	0.173	0.125	0.40	0.05	/
12	拟穴青蟹	甲壳类	0.124	0.01	1.06	0.22	/
要求	维持现状	/	满足	满足	不满足	满足	满足

注：“<”以方法检出限的一半进行计算。

3.2 海洋生态生物资源概况

3.2.1 调查方法

本次调查由中国科学院南海海洋研究所于 2022 年 9 月（秋季）对项目所在海域进行一次海洋生态与渔业资源现状调查。海洋生态生物资源现状调查内容包括：叶绿素 *a* 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳生物。

3.2.1.1 调查时间与调查站位

本次调查共布设生物生态调查站位 6 个，潮间带生物调查断面 3 个，游泳生物调查断面 6 个，具体调查站位见表 3.1-7 和图 3.1-11。

3.2.1.2 采样与分析方法

（1）采样方法

本项目海洋生态和生物资源现状调查与监测采样方法按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB 12763.6-2007）及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》执行。

叶绿素 *a* 和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器，采集表层 0.5m 的水样，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室分析，采用分光光度法测定叶绿素 *a* 含量。初级生产力采用叶绿素 *a* 法，按 CaXee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

浮游植物：利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网，网口面积 0.1m²，采用垂直拖网法。样品现场用福尔马林固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m³）。

浮游动物：以浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08m²，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5%甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定、生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每 m³ 水体的浮游动物数量。

底栖生物：采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05m²，每个站均采样 4 次。样品用酒精固定后带回室内分析鉴定，生

物量和栖息密度分别以 g/m^2 和栖息密度 $\text{ind.}/\text{m}^2$ 为单位。

潮间带生物：每一断面采集定量、定性标本，每个断面分高中低 3 个潮带进行，潮间带生物采样应在大潮期间进行，断面的定量采样用 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 的正方形取样框随机抛投取样，软相（泥滩，泥沙滩和沙滩）底质的先拾取框面上的生物，再挖取泥沙至 30cm 深处，用孔径 1mm 的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物，标本用 70~80% 的工业酒精固定后带回实验室进行分类鉴定。

鱼卵仔鱼：每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具均采用浅海浮游生物 I 型网，水平拖网于表层拖曳 10 分钟，拖速保持在 1.5 节左右。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖网，落网和起网速度均保持在 $0.5\text{m}/\text{s}$ 左右。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

游泳生物：渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，采样均于白天进行，每次放网 1 张。渔业资源调查租用“粤番渔 08018”渔船进行。渔船主机功率 132kW ，船长 17.5m 、船宽 3.45m 、型深 2.1m ，使用的网具为底拖网，网宽 3.5m ，网长 6 米，网囊网目 260 目，平均拖速为 3.0kn 。对渔获物的渔获重量和尾数进行统计，记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况，将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类等 3 个类群，并分别从渔获率、资源密度、优势种、幼体比例、主要物种的生物学特征等方面统计分析。

（2）计算方法

①初级生产力

采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

式中： P —初级生产力（ $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ）；

C_a —表层叶绿素 a 含量（ mg/m^3 ）；

Q —同化系数（ $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl-}a\cdot\text{h})$ ），取 3.22；

L —真光层的深度（ m ）；

t —白昼时间（ h ），取 11。

②优势度(Y): $Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$

③Shannon-Weaver 多样性指数(H'): $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$

④Pielou 均匀度指数(J): $J = H' / \log_2 S$

上述②~④式中: n_i —第 i 种的个体数量 (ind/m³);

N —某站总生物数量 (ind/m³);

f_i —某种生物的出现频率 (%);

P_i —第 i 种的个体数与总个体数的比值;

S —出现生物总种数。

⑤鱼卵仔鱼

密度以垂直拖网捕获的总个体数除以滤水量计算:

$$V = N / (S \times L)$$

式中: V —鱼卵仔鱼的分布密度, 单位为 ind/m³;

N —每网鱼卵仔鱼数量, 单位为 ind;

S —网口面积, 单位为 m²;

L —垂直拖网水深, 单位为 m。

⑥渔业资源

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法 (密度指数法), 来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

$$S = (y) / a(1-E)$$

式中: S —重量密度 (kg/km²) 或个体密度 (ind/km²)

a —底拖网每小时的扫海面积 (扫海宽度取浮纲长度的 2/3);

y —平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind./h);

E —逃逸率 (取 0.5)。

⑦游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点, 选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI , 来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位, 依此确定优势种。

$$IRI = (N+W) F$$

式中: N —某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比;

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比;

F —某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

3.2.2 海洋生态调查结果

3.2.2.1 叶绿素 a 和初级生产力

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $2.66\text{mg}/\text{m}^3 \sim 10.19\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $5.14\text{mg}/\text{m}^3$ ，初级生产力的变化范围为 $36.64\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 621.92\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 $228.30\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

3.2.2.2 浮游植物

本次调查共记录浮游植物 7 门 41 属 55 种，其中以硅藻门出现的种类为最多，为 19 属 28 种。本次调查的浮游植物优势种出现 3 种，分别为金藻门的球形棕囊藻和硅藻门的颗粒直链藻、中肋骨条藻。调查海区浮游植物丰度变化范围为 $7436.50 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3 \sim 58587.09 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$ ，平均为 $23697.89 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$ 。各站位浮游植物种数变化范围 17~36 种，平均 25 种，多样性指数范围为 0.341~1.955，平均为 1.171，多样性属于低水平；均匀度指数范围为 0.075~0.0415，平均为 0.254。

3.2.2.3 浮游动物

本次调查共记录浮游动物 8 个生物类群 32 种。各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $37.50\text{mg}/\text{m}^3 \sim 273.44\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $122.08\text{mg}/\text{m}^3$ ，浮游动物密度变化幅度为 $964.77\text{ind}/\text{m}^3 \sim 3625.00\text{ind}/\text{m}^3$ ，平均密度 $1836.19\text{ind}/\text{m}^3$ 。本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 8 种，为桡足类的小拟哲水蚤、伪镖水蚤属、中华异水蚤、火腿伪镖水蚤、枝角类的长刺溞、长额象鼻溞和浮游幼体的桡足类幼体、蔓足类幼体。本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 16 种（12~20 种），种类多样性指数范围为 2.193~3.095 之间，平均为 2.778，多样性属于中等水平；种类均匀度变化范围在 0.507~0.863 之间，平均为 0.703。

3.2.2.4 底栖生物

本次调查共记录大型底栖动物 18 种，其中环节动物 8 种、节肢动物 6 种、软体动物 3 种和纽形动物 1 种。调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 $55.56\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $0.36\text{g}/\text{m}^2$ 。本次调查海区的底栖生物有 7 个优势种，为软体动物光滑河篮蛤、环节动物寡鳃齿吻沙蚕、袋稚齿虫和节肢动物中华螺赢

蜚、巨亮钩虾、刺指尾钩虾、滩拟猛钩虾。各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 1~9 种/站，平均 5 种/站，多样性指数变化范围在 0.000~2.953 之间，平均值为 1.838，多样性指数属于较低水平，均匀度范围在 0.893~1.000 之间，平均值为 0.938。

3.2.2.5 潮间带生物

本次调查共记录潮间带生物 16 种，其中环节动物 6 种，软体动物和节肢动物各 4 种，纽形动物和脊椎动物各 1 种。调查断面潮间带生物平均生物量为 $13.31\text{g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $34.07\text{ ind}/\text{m}^2$ 。水平分布方面：平均栖息密度表现为 H3 断面 > H2 断面 > H1 断面；平均生物量亦表现为 H3 断面 > H2 断面 > H1 断面。垂直分布方面：潮间带生物的平均生物量表现为中潮区最高，低潮区居中，高潮带最低；平均栖息密度亦表现为中潮区 > 低潮区 > 高潮区。3 条调查断面出现的种类数在 5~12 种/断面（平均 8 种/断面），多样性指数和均匀度指数平均值分别为 2.362 和 0.804，多样性指数水平属于中等水平。

3.2.3 渔业资源调查结果

3.2.3.1 鱼卵仔鱼

本次水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 12 个样品中，至少出现了鱼卵仔鱼 6 种。本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 21 粒，仔鱼 70 尾。调查海区鱼卵出现率为 83.33%，各站平均捕获鱼卵数量为 $3.50\text{ ind}/\text{net}$ 。仔鱼出现率为 100.00%，各站平均捕获数量平均为 $11.67\text{ ind}/\text{net}$ 。小沙丁鱼和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要种类。本次垂直拖网定量调查共采到仔鱼 37 尾，没有捕获到鱼卵。调查海区的仔鱼出现率为 100.00%，平均密度为 $11.51\text{ ind}/\text{m}^3$ 。小沙丁鱼是本次垂直拖网定量调查中出现的主要仔鱼种类。其仔鱼的平均密度为 $9.04\text{ ind}/\text{m}^3$ ，占本次调查仔鱼总数的 78.58%。

3.2.3.2 游泳生物

本次调查，共捕获游泳动物 37 种，其中：鱼类 24 种，甲壳类 13 种。渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 $10.45\text{kg}/\text{h}$ 和 $931.00\text{ ind}/\text{h}$ ，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 $1.56\text{ kg}/\text{h}$ 和

528.50ind/h；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 8.89 kg/h 和 402.50 ind/h；本次调查没有捕获到头足类动物。

本次调查各断面渔业资源的平均重量密度为 1074.76kg/ km²，平均个体密度为 95.75×10³ind/km²。其中鱼类平均重量密度和平均个体密度分别为 914.02kg/km² 和 41.40×10³ind/km²。甲壳类平均重量密度和平均个体密度分别为 160.73kg/km² 和 54.36×10³ind/km²。本次调查的优势渔获种类共有 4 种。其中鱼类有 3 种，分别为丝鳍海鲶、颈斑鲳和长鳍莫鲳；甲壳类有 1 种，为近缘新对虾。本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 70.89%。鱼类幼体比例为 56.28%，甲壳类幼体比例为 82.69%。

3.2.4 “三场一通道”概况

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部第 189 号公告）中的南海国家级及省级保护区分布示意图（见图 3.2-1）和南海北部幼鱼繁育场保护区示意图（见图 3.2-2），本项目所处海域属幼鱼幼虾保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。

幼鱼幼虾保护区：广东省沿岸由粤东的南澳岛屿至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日~5 月 31 日；保护期间禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入上述海域内生产，防止或减少对渔业资源的损害。

珠江口经济鱼类繁育场保护区：范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，广州市番禺区的莲花山至东莞市的新沙两点连线以南的水域。主要保护对象为经济鱼类亲体。保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日。保护期内禁止除刺网、钓具和笼捕外所有渔业捕捞作业。

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、17 个基点连线以内水域，保护期为 1~12 月。该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

根据幼鱼幼虾保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区的管理要求，结合《自然保护区类型与级别划分原则》（GB/T 14529-93）中“自然保护区为经各地人民政府批准而进行特殊保护和管理的区域”，以及《中华人民共和国自然保护区条例》的相关规定，上述保护区为非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。

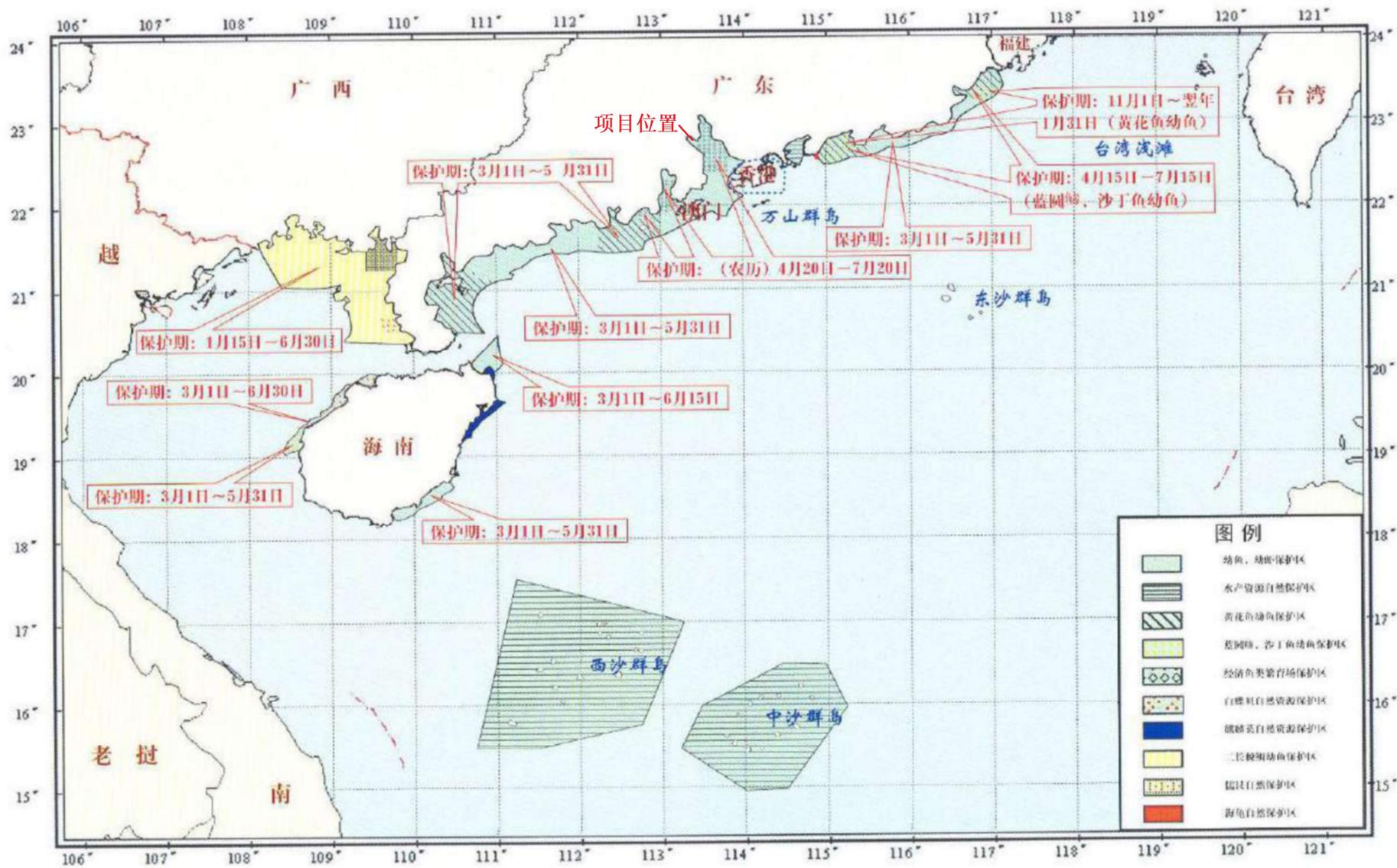


图 3.2-1 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

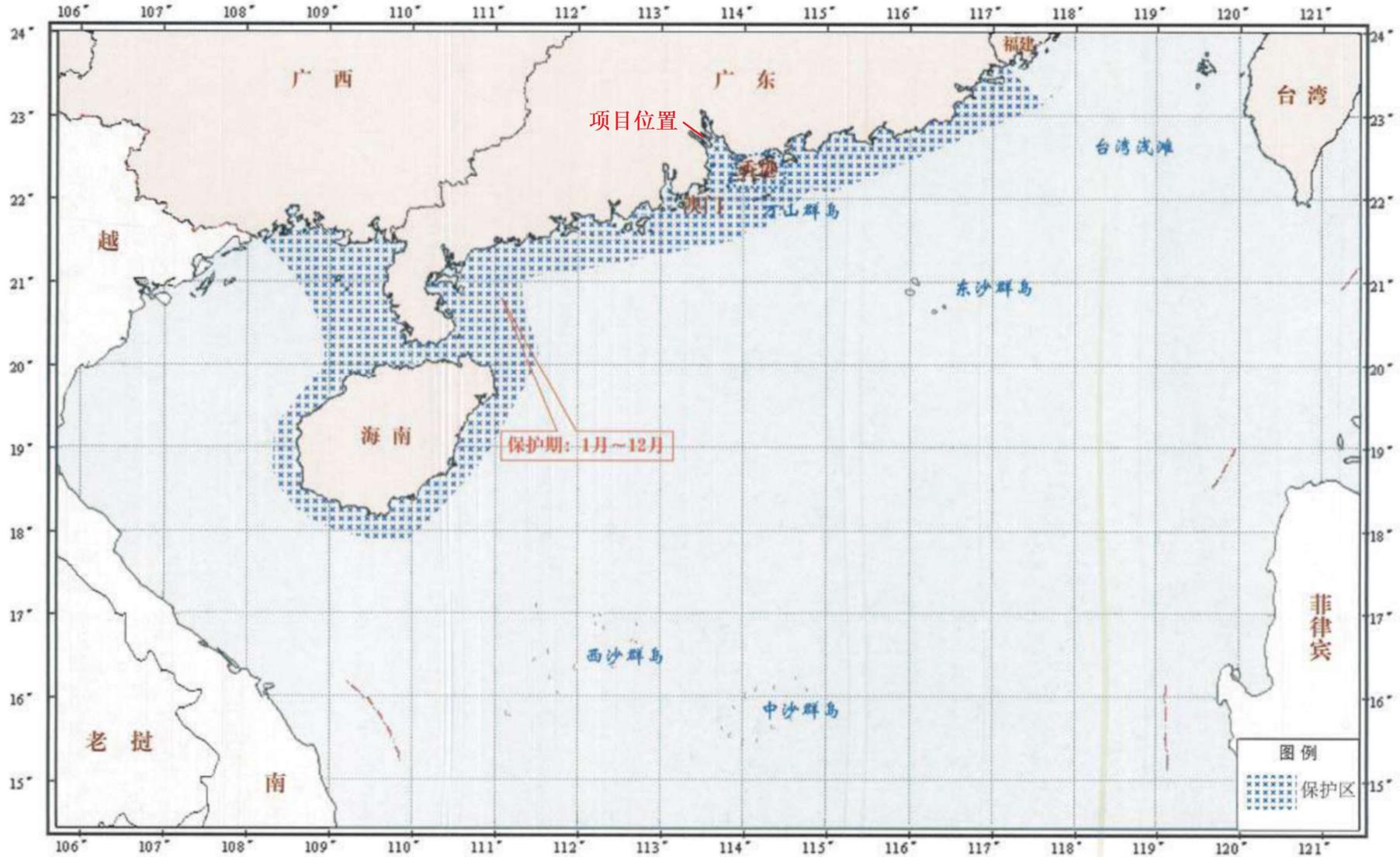


图 3.2-2 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

3.3 自然资源概况

3.3.1 港口资源

（1）广州港

截止2021年7月，广州港拥有各类码头泊位724个，其中万吨级以上泊位110个。其中南沙作业区已建成南沙一期、二期、三期等一批设施先进的大型集装箱专业化深水码头，共有16个15万吨级以上集装箱泊位，可停靠目前世界最大的集装箱船舶。2021年全年完成货物吞吐量5.28亿吨，集装箱吞吐量2262万标准箱，同比分别增长 4.4%和 5.8%；实现营业收入120.20亿元、归母净利润11.35亿元，同比分别增长6.82%、30.06%；全年新增21条外贸航线，海铁联运量同比增长41.8%，铁路到发量首次突破1000万吨，铁路粮食散改集屡创新高，同比增长142.6%，商品汽车海铁联运同比增长246%，开通多列国际物流通道，南沙港铁路在2021年底建成通车，港口配套服务功能不断增强，海陆双向通道和港口物流网络建设迈上新水平。

（2）中山港

目前中山港已经形成了东部以横门水道上的中山港区为重点，西北部以小榄水道上的小榄港区和洪奇沥水道上的黄圃港区为主要港区，南部有西江下游磨刀门水道的神湾港区的总体布局。中山港区位于中山市东部横门水道，在鸡鸦水道与小榄水道汇合处下游约1km处，陆路距市中心13km，水路东距香港52海里，北距广州76海里，距横门口8km，南距澳门65km。中山港区码头一般采用高桩梁板结构形式，码头泊位数51个，总长2944米，最大靠泊能力5000吨级。仓库总面积44933m²，堆场总面积96837m²（其中集装箱堆场25356m²）。装卸机械121台，最大起重能力40吨，客运站一座，设计载客能力150万人。

3.3.2 航道、锚地资源

（1）航道资源

广州港出海航道从外海至广州港南沙港区中部挖入式港池口门北边线，自南向北包括口门航道、大濠水道分道通航区、大濠航道、伶仃航道和南沙作业区公用进港航道。航道设计尺度为通航宽度243m（应急避让区EF段底宽365m），底标高-17.0m，边坡1:5~1:10，航道长71.8km。满足10万吨级集装箱船不乘潮单向通航、5万吨级集装箱船不乘潮双向通航、兼顾12万吨级散货船乘潮单

向通航的要求。广州港出海航道从南沙港区以北至西基调头区的航段包括：伶仃航道 G~H 段（10.195 km），川鼻航道，大虎航道，坭洲头航道，莲花山东航道和新沙航道，航道总长度约 53.7 km，现状尺度为：航道底宽 160 m，底标高 -13.0 m（莲花山东航道底标高为 -13.2 m），为 5 万吨级单向航道。

中山港现主要航道有磨刀门水道、小榄水道、洪奇沥水道、横门水道和横门出海航道。其中，洪奇沥水道从板沙尾到洪奇门，全长 41km，洪奇沥水道与横门水道在横门口汇合入海，建设规模为双向通航 1000 吨级江海轮（兼顾 2000 吨级内河普通货船），建设标准：航道水深 4 米，航宽 80 米，弯曲半径 650 米。横门水道从大南尾到横门口，全长 15km，本河段基本处于平衡状态，航道水深相对稳定，是优良河段，目前 5m 等深线贯通全河段，5m 等深线水域宽阔，基本上满足 3000~5000 吨级江海轮通航。横门出海航道上连横门水道，下通伶仃洋，是中山港的进出口航道，也是小榄水道、洪奇沥水道至香港的出海航道。从横门口到伶仃西航道 5#、6#标，长 36km，横门水道出横门口后，水面突然开阔，进入伶仃洋。受口门过渡性浅滩以及烂山、二茅、淇澳浅滩的影响，其通航能力受到严重制约，目前航道可维持 1000 吨级港澳航线船通航，3000 吨级船舶候大潮进出。

（2）锚地现状

根据《广州港总体规划》及《广州港锚地水域规划》等相关资料，广州港共有锚地 88 个（含万吨级以上锚地 22 个），其中生产用过驳作业锚地 35 个（含靠泊万吨级以上船舶的作业锚地 18 个，最大锚泊能力为 30 万吨级；另有锚地浮筒 20 个（其中万吨级以上的 14 个）。为满足广州港发展的需要，有关部门目前正在结合本工程和其它项目的需要组织进行全港锚地的专项规划工作。

桂山岛锚地是目前广州港的主要候潮、引航、检疫锚地，位于桂山岛西侧（22°07'20"~22°08'30"N，113°45'48"~113°47'54"E），长 3.7 km，宽 2.1 km，面积 7.77 km²，底质为泥，水深 9.5~15 m。

另据海军航保部 15379 号海图（1:75000，2001 年 6 月版）和海事局 80820 号海图（1:75000，2003 年 12 月版），珠江口外还有大担尾引航锚地、三门岛装卸 1 号锚地、三门岛装卸 2 号锚地、珠江口大型船舶引航防台锚地（位于蚬洲列岛侧南）、担杆列岛超大型船舶作业、防台锚地以及数个外轮避风锚地。其中大担尾引航锚地为一圆形区域，半径约 3.7 km，面积约 43 km²，水深 30~32 m，

底质为泥。

中山港现有主要锚地有引航锚地、船舶锚地和危险品锚地等，一般采用临时抛锚方式。其中进港船舶引航锚地 1 个，出港船舶引航锚地 1 个，国际航线船舶检查检验锚地 2 个，危险品船锚地 1 个，船舶锚地 2 个，另有防台风船舶锚地和限于吃水船舶锚地等若干个。

3.3.3 海岛资源

项目所在海区海岛众多，与其距离较近的海岛有龙穴岛。龙穴岛隶属于广州市南沙区。北纬 22°40.0′，东经 113°39.4′，基岩、沙泥岛。曾名红岛。近陆距离 0.84 千米，岸线长度 42.42 千米，陆域面积 40.0547 平方千米，最高点高程 61.2 米。该岛为基岩、沙泥岛，属于有居民海岛，岛上长有草丛、乔木和灌木。岛上户籍人口 639 人，常住人口 2900 人。主要发展产业包括交通运输、渔业、公共服务、旅游娱乐和工业等。龙穴岛是亚洲最大的造船基地，建有龙穴造船厂、黄埔造船厂、广州船务，共约 60 多个 10 万吨级泊位，员工共约 30000 人。岛上约有 30000 亩的养殖基地。龙穴岛县大力发展旅游娱乐，建有沙滩游泳场、龙宫门楼、度假村、电子游乐场、铁索桥、观日亭、风浴亭、穿山洞、海鲜餐厅等配套设施，且隔日有班船往来广州。岛上交通便利，北面是鳧洲大桥，西南面是新龙特大桥，有海港大道贯穿全岛，并建有环岛公路。此外，岛上还建有国际粮食码头。岛上有自然村为龙穴村，建有水井，但水电都来自于大陆，有卫生所。目前，由于填海连岛，已与鸡鲍沙岛等海岛相连。

中山市海岛资源状况为：全市有居民海岛 2 个，分别为马鞍岛、大茅岛；无居民海岛 4 个，分别为二茅岛、石排、屎船沙、下沙。

3.3.4 旅游资源

南沙地区依山环水的自然景观和底蕴深厚的历史文化也使南沙成为了一个旅游胜地。南沙位于珠江三角洲冲积平原中部，倚山傍水，水网密布，河湖众多，自然环境优美。目前南沙已拥有蒲洲公园，天后宫，水乡一条街，百万葵园，南沙大酒店，祈福酒店等一批旅游景点及设施。广州在文化上有四个鲜明的特色：即岭南文化的发源地、近现代中国革命的策源地、海上丝绸之路发祥地、改革开放前沿地（简称为“四地”）。节日里还有好多民间活动，如龙艇竞赛、唱咸水歌

等都具有浓厚的民间文化。这些独特的水乡民俗风情也是很好的旅游资源。

中山市主要以伟人孙中山等名人文化作为旅游品牌，集中于内陆的名人文化、民俗风情系列文化旅游产品，尚未形成一定规模的滨海旅游景点，主要的滨海旅游资源体现在一些文化村落的沿岸自然风光。但该区域规划形成滨海旅游带，其主要依托翠亨温泉度假区、红树林生态保护区、滨海文化休闲中心，海滨公园等重要资源，形成串联重要滨水景点的滨海旅游带。

3.3.5 湿地资源

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

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

据华南濒危动物研究所的统计，来南沙湿地过冬的候鸟数量占广州市候鸟总数的50%以上，其中还包括许多珍贵的鸟类品种，例如：国家Ⅱ级保护鸟类东方白鹳、国家Ⅰ级保护鸟类黑脸琵鹭、白琵鹭、普通鳶、黑冠鹃隼、燕隼、白尾鹞、小鸦鹃和褐翅鸦鹃，还有16种省级重点保护鸟类等，到目前为止，在南沙湿地监测发现的鸟类超过141种。目前，广州南沙湿地公园已开发成旅游观光景点。

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

(1) 广州市南沙区

2021年，广州市南沙区实现地区生产总值2131.61亿元，比上年（下同）增长9.6%，位居全市第二。其中，第一产业增加值为69.96亿元，增长6.0%；第二产业增加值为885.95亿元，增长8.3%；第三产业增加值为1175.70亿元，增长10.7%。三次产业增加值的比例为3.3:41.6:55.1。

2021年，全区实现税收总额725.66亿元（含关税），增长10.5%；其中，税务部门税收504.43亿元，增长12.0%。全区一般公共预算收入108.20亿元，增长19.8%；其中，税收收入、非税收入分别占全区一般公共预算收入比重的80.3%、19.7%。一般公共预算支出271.38亿元，增长7.0%。全年区级财政用于改善民生的投入达225亿元，占本级预算支出总额的83%；其中，教育支出42.30亿元，减少8.7%；医疗卫生支出15.18亿元，减少30.6%；社会保障和就业支出14.53亿元，增长53.2%。

2021年，南沙区有“四上”民营企业1567家，占全区2067家“四上”企业的75.8%。其中，规模以上工业企业390家，占全区规模以上工业企业数量的63.4%，实现产值682.79亿元，比上年增长22.6%；限额以上批发和零售业企业554家，占全区限额以上批发和零售业企业数量的90.5%，实现商品销售总额2138.32亿元，增长60.4%；规模以上服务业企业368家，占全区规模以上服务业企业数量的72.9%，实现营业收入555.53亿元，增长43.7%。

农业方面，2021年全区实现农林牧渔业总产值122.66亿元，增长10.9%。其中种植业产值54.62亿元，增长9.9%；畜牧业产值3.58亿元，增长6.3%；渔业实现产值51.78亿元，增长4.3%；农林牧渔服务业产值12.59亿元，增长61.3%。截止2021年末，全区共有市级农业龙头企业33家，增长13.8%；广州都市型现代农业示范区1个；农民专业合作社109家，增长1.9%；无公害农产品生产基地10个，面积305公顷，无公害农产品认证52个。

工业方面，2021年全区工业总产值3489.5亿元，增长11.1%；工业增加值783.02亿元，增长9.1%。规模以上工业产值3401.7亿元，增长11.2%，其中内

资企业产值 821.84 亿元，增长 22.2%，占全区规模以上工业产值的 24.2%；外商投资企业产值 2173.9 亿元，增长 17.8%，占全区规模以上工业产值的 63.9%；港澳台投资企业产值 405.96 亿元，增长 15.4%，占全区规模以上工业产值的 11.9%。规模以上轻、重工业产值的比重为 22.5:77.5。

对外方面，2021 年，全区新设外商投资企业数 283 个，增长 15.5%；新引进世界 500 强企业投资项目 26 个（累计 223 个），新引进产出超百亿元项目 13 个。全年全区合同利用外资 63.87 亿美元，增长 21.1%；实际利用外资 15.33 亿美元，下降 5.6%。

市场活力不断增强。2021 年，全区新增金融（类金融）企业 64 家，累计落户金融类金融企业共 6649 家，比自贸区挂牌前增长了 54 倍，其中新增持牌法人金融机构 1 家，累计 14 家，占广州市 25%；新增融资租赁企业 1 家，累计 2209 家，累计企业数量占全国 1/5，占全市 4/5；新增完成 38 架飞机（累计 196 架）和 3 艘（累计 83 艘）船舶租赁业务，业务合同额累计近 5000 亿元；2021 年融资租赁进口贡献约 88 亿元人民币；新增实际利用外资 1.46 亿美元，增长 46%；上线了全国首个碳中和融资租赁服务平台。2021 年末，自贸区南沙片区本外币存款余额合计为 1393.64 亿元，增长 11.7%；本外币贷款余额 1885.56 亿元，增长 31.4%；南沙区本外币存款余额合计为 2208 亿元，减少 1.1%；本外币贷款余额 2034 亿元，增长 7.3%。

（2）中山市

2021 年，面对复杂严峻的国际环境和国内疫情散发等多重考验，中山坚持稳中求进工作总基调，科学统筹疫情防控和经济社会发展，扎实做好“六稳”工作，全面落实“六保”任务，经济持续恢复发展，生产需求持续增长，发展动力逐步增强，高质量发展取得成效，“十四五”开局良好。

根据广东省地区生产总值统一核算结果，2021 年中山市地区生产总值为 3566.17 亿元，同比增长 8.2%，两年平均增长 4.8%。其中，第一产业增加值为 90.81 亿元，同比增长 20.4%，两年平均增长 18.9%；第二产业增加值为 1761.78 亿元，同比增长 11.0%，两年平均增长 6.1%；第三产业增加值为 1713.58 亿元，同比增长 5.0%，两年平均增长 3.0%。

农业生产形势良好。全年中山市农林牧渔业产值为 151.2 亿元，同比增长 24.8%，农业（种植业）产值 48.2 亿元，同比增长 46.7%。其中，全年蔬菜产量 36.8 万吨，同比增长 2.6%；水果产量 10.7 万吨，同比增长 8.5%，园艺产值 15.5 亿元，同比增长 77.9%。渔业产值达 96.2 亿元，同比增长 16.4%。

工业生产持续发展。全年中山市规模以上工业实现增加值 1402.7 亿元，同比增长 12.0%，两年平均增长 7.0%。分门类看，规模以上制造业增长 12.2%，两年平均增长 7.2%；电力、热力、燃气及水生产和供应业增长 9.7%，两年平均增长 4.1%。工作母机、先进制造和装备制造产业两年平均增长高于中山市平均水平，分别增长 32.7%、10.5%、9.7%，比中山市高 25.7 个、3.5 个、2.7 个百分点。12 月份，中山市规模以上工业增加值同比增长 4.0%，两年平均增长 10.0%。

服务业生产持续改善。1-11 月，规模以上服务业企业营业收入同比增长 12.5%，两年平均增长 4.5%，较 1-8 月提高 0.7 个百分点。其中，文化、体育和娱乐业、科学研究和技术服务营业收入同比增长 28.1%、11.3%。

市场销售持续恢复。全年中山市社会消费品零售总额 1530.11 亿元，同比增长 8.7%，两年平均下降 2.8%。升级类消费较为活跃，限额以上单位文化办公用品类、体育娱乐用品类商品零售额两年平均分别增长 14.3%、6.6%。中山市全年限额以上批发零售业通过公共网络实现的零售额为 31.94 亿元，同比增长 42.2%，两年平均增长 44.5%。

固定资产投资保持增长。全年中山市固定资产投资同比增长 15.3%，两年平均增长 18.4%。分领域看，基础设施投资增长 9.0%，制造业投资增长 29.5%，房地产开发投资增长 14.7%。高技术制造业投资增长 25.1%，高于投资增速 9.8 个百分点，两年平均值增长 51.5%，其中计算机及办公设备制造业、电子及通信设备制造业分别同比增长 77.4%、31.3%。分产业看，第一产业投资同比下降 31.2%，第二产业投资增长 31.6%，第三产业投资增长 11.3%。民间投资增长 23.9%，占全部投资的 57.3%。

货物进出口较快增长。全年中山市进出口 2694.9 亿元，同比增长 22%，规模创历史新高。其中，出口 2231.6 亿元，同比增长 23%，进口 463.3 亿元，同比增长 17.6%。

金融市场平稳运行。全年中山市金融机构本外币存款余额 7332.85 亿元，增长 5.9%，其中人民币存款余额 6834.96 亿元，增长 4.5%。金融机构本外币贷款余额 6486.49 亿元，增长 13.6%，其中人民币贷款余额 6276.64 亿元，增长 13.2%。

居民消费价格温和上涨。全年中山市居民消费价格指数（CPI）同比上涨 1.1%。其中，12 月份中山市 CPI 同比上涨 1.4%，环比下降 0.3%。分类别看，交通和通信、教育文化和娱乐、衣着、生活用品及服务、医疗保健、食品烟酒分别上涨 4.8%、2.8%、2.3%、1.6%、1.3%、0.8%；居住、其他用品和服务分别下降 1.8%、0.5%。

3.4.2 海域使用现状

项目位于珠江口海域，背靠珠三角经济发达的确，海域的开发利用程度高，水域繁忙。海域附近的海域开发活动包括：桥梁、港口码头、航道、海岸防护、工业用海、管道、高位养殖等。海域开发利用现状情况见表3.4-1和图3.4-1。

（1）港口码头

项目北侧分布有多个油气码头：广州华隆石油化工有限公司华隆油库码头、广州市华基液化气有限公司油气码头、广州市华鸿油品有限公司2000吨级(兼顾3000吨级)油码头工程，均位于洪奇沥水道，距离本工程拟建隧道洪奇沥段北侧约3.7~4.2km。

本项目拟建隧道洪奇沥段南侧，深中通道工程中山端起点，分布着该项目多个配套码头和施工平台等，距离本项目2.4km~4.6km，均属于保利长大工程有限公司。另有属于广新海事重工股份有限公司和中铁大桥局的码头各一座。

本项目拟建隧道横门西汉段上下游均分布有码头：北侧由近及远分别为深南电（中山）电力有限公司的中山市南朗燃机电厂自用燃料码头、中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头、中山嘉明电力有限公司横门发电厂自用燃料码头和中山港中山港区长大路桥公司码头一期工程。

本项目拟建隧道横门西汉横向下穿深中通道采石场配套码头，与码头桩基存在空间冲突。

（2）工业用海

项目拟建隧道横门西汉段北面约2.1km马鞍岛侧为中山嘉明电力有限公司横

门发电厂，除上述码头外还有取排水用海。

（3）路桥

本项目拟建隧道洪奇沥段北面2.4km为南沙至中山高速公路项目（洪奇沥大桥），东南面4.5km为深圳至中山跨江通道项目及其配套工程。

本项目拟建隧道横门西汉段北侧约1.8km为横门大桥，南侧与中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程并行，平面投影距离约15m，两个项目工程构筑物不存在冲突；南侧2.0km为中山市东部快线东部特大桥。

（4）特殊用海

拟建隧道洪奇沥段从广州南沙万顷沙进入洪奇沥横门附近后，下穿水道，在中山马鞍岛北面下穿翠亨新区滨河整治水利工程后登陆。翠亨新区滨河整治水利工程属于海岸防护工程，建设海堤、水闸等工程设施，为马鞍岛防洪防潮的提供安全保障。下穿河堤采用搅拌桩桩长约10~15米，桩径0.8米，旋喷桩桩径1.2米，桩底穿透不透水层，U型板桩长约14米，抛石基础厚度不小于1米。工程从堤坝桩基以下约18米深处下穿而过。

拟建隧道洪奇沥段南侧2.7km有国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程，位于马鞍岛东面。

（5）航道

珠三角河网交错，航道众多。根据《南沙至珠海（中山）城际前期深化研究项目横门西水道地址勘察工程通航安全保障方案》，本项目附近通航水道有横门东水道、横门西水道、洪奇沥水道。

经整治工程后，中山港至伶仃洋国际航道长48km，可满足3000吨级海轮和乘潮通航5000吨级江海轮。建设标准为航道水深6m，航宽120m，弯曲半径580m。横门西水道也是沿海航道，维护标准为2.5m，宽度80m，弯曲半径300m。

（6）管道、电缆

项目穿越横门西水道北侧约790米，有过江天然气管道一条。

（7）养殖

项目所在南沙万顷沙沿岸的陆域范围，横门水道西汉水道西侧的陆域范围分布有高位养殖，从附近河涌取排水。

3.4.3 海域权属现状

本项目 5km 范围内取得海域使用权证的用海项目有 19 项，见表 3.4-2。本项目穿越翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程），与中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程并行，隧道结构外边缘与桥梁桩基平面投影相距约 15m。

表 3.4-1 本项目附近海域开发利用情况表

序号	开发利用活动性质	项目	相对位置	所属单位	
1	码头	广州华隆石油化工有限公司华隆油库码头	北 4.2km	广州华隆石油化工有限公司	
2		广州市华基液化气有限公司油气码头	北 4.1km	广州市华基液化气有限公司	
3		广州市华鸿油品有限公司 2000 吨级(兼顾 3000 吨级)油码头工程	北 3.7km	广州市华鸿油品有限公司	
4		深圳至中山跨江通道建设配套工程	南 2.4 km	保利长大工程有限公司	
7		中山港中山港区长大路桥公司码头一期工程	西北 3.5km	中山长大路桥投资有限公司	
8		中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头	北 2.1km	中山市富茂石油化工连锁有限公司	
9		中山市南朗燃机电厂自用燃料码头	北 0.8km	深南电（中山）电力有限公司	
10		横门发电厂自用燃料码头	北 2.4km	中山嘉明电力有限公司	
11		广新海事重工股份有限公司码头	东南 3.2km	广新海事重工股份有限公司	
12		中铁大桥局预制梁场码头	东南 4.1km	中铁大桥局	
13		深中通道采石场配套码头	0m, 下穿	保利长大工程有限公司	
14		粤新船厂码头	3.1km	粤新船厂	
15		搅拌站码头	1.7km		
16		横门避风塘	1.6km		
17		工业用海	中山嘉明电力有限公司横门电厂取水口用海	北 2.1km	中山嘉明电力有限公司
19			中山市南朗燃机电厂	北 0.8km	深南电（中山）电力有限公司
18	路桥	南沙至中山高速公路项目（洪奇沥大桥）	北 2.4 km	广州市高速公路有限公司	
19		深圳至中山跨江通道项目	南 4.5km	深中通道管理中心	
20		深圳至中山跨江通道建设配套工程项目	南 4.6km	保利长大工程有限公司	
21		中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程	南 15m	中电建（广东）中开高速公路有限公司	
22		中山市东部快线东部特大桥项目	南 2.0km	中山市交通发展集团有限公司	
22	横门大桥	北 1.8km			
23	管道、电缆	天然气管线	北 0.8m		
24	特殊用海	海岸防护：翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）	0m, 下穿	中山翠亨新区工程项目建设事务中心（广东中山翠亨国家湿地公园管护中心）	
25		国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程	南 2.7km	国家海洋局南海预报中心	
26	航道	横门航道	下穿	公共航海	

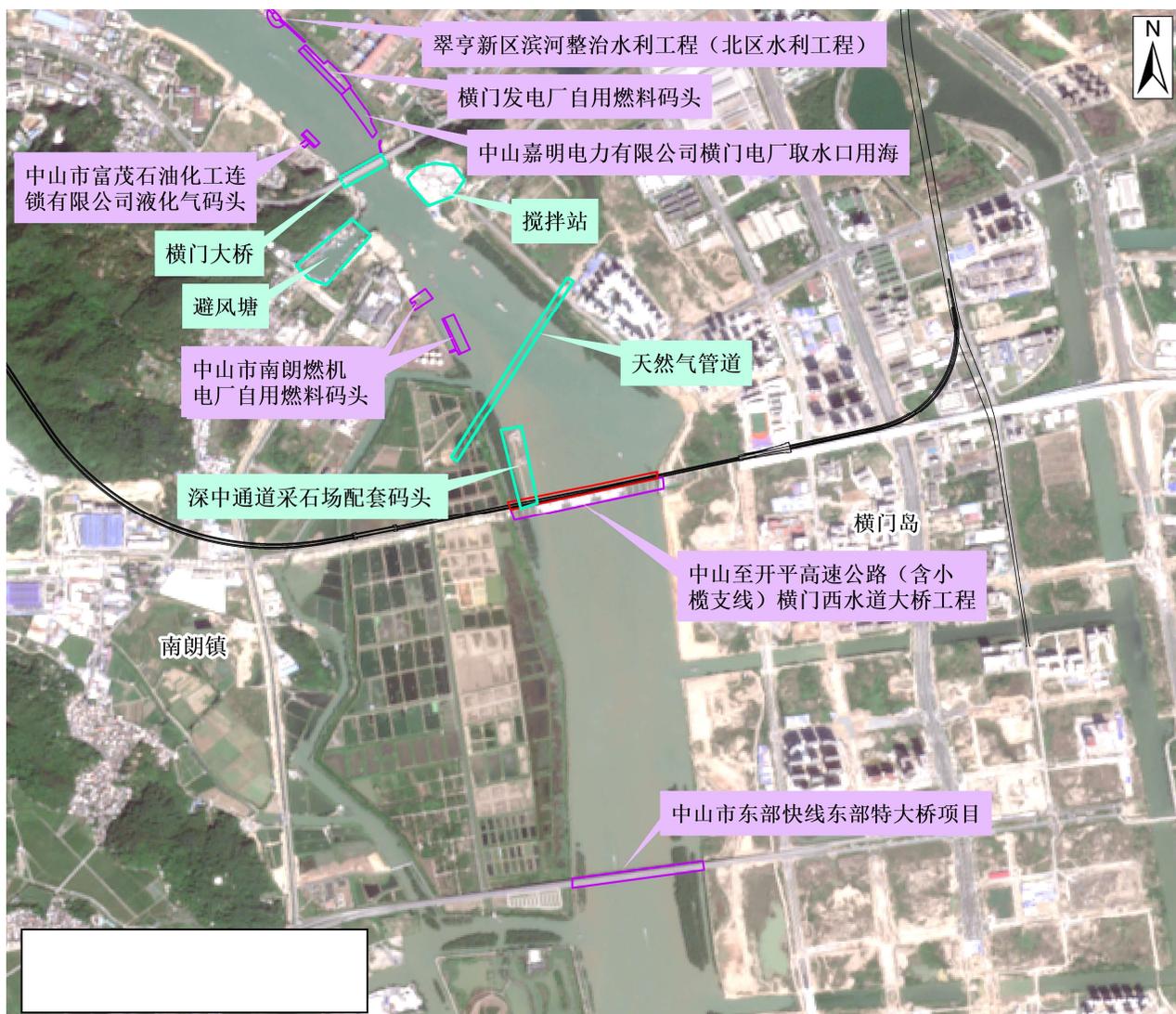


图 3.4-1a 本项目所在海域开发利用现状图（横门水道南支涉海段）

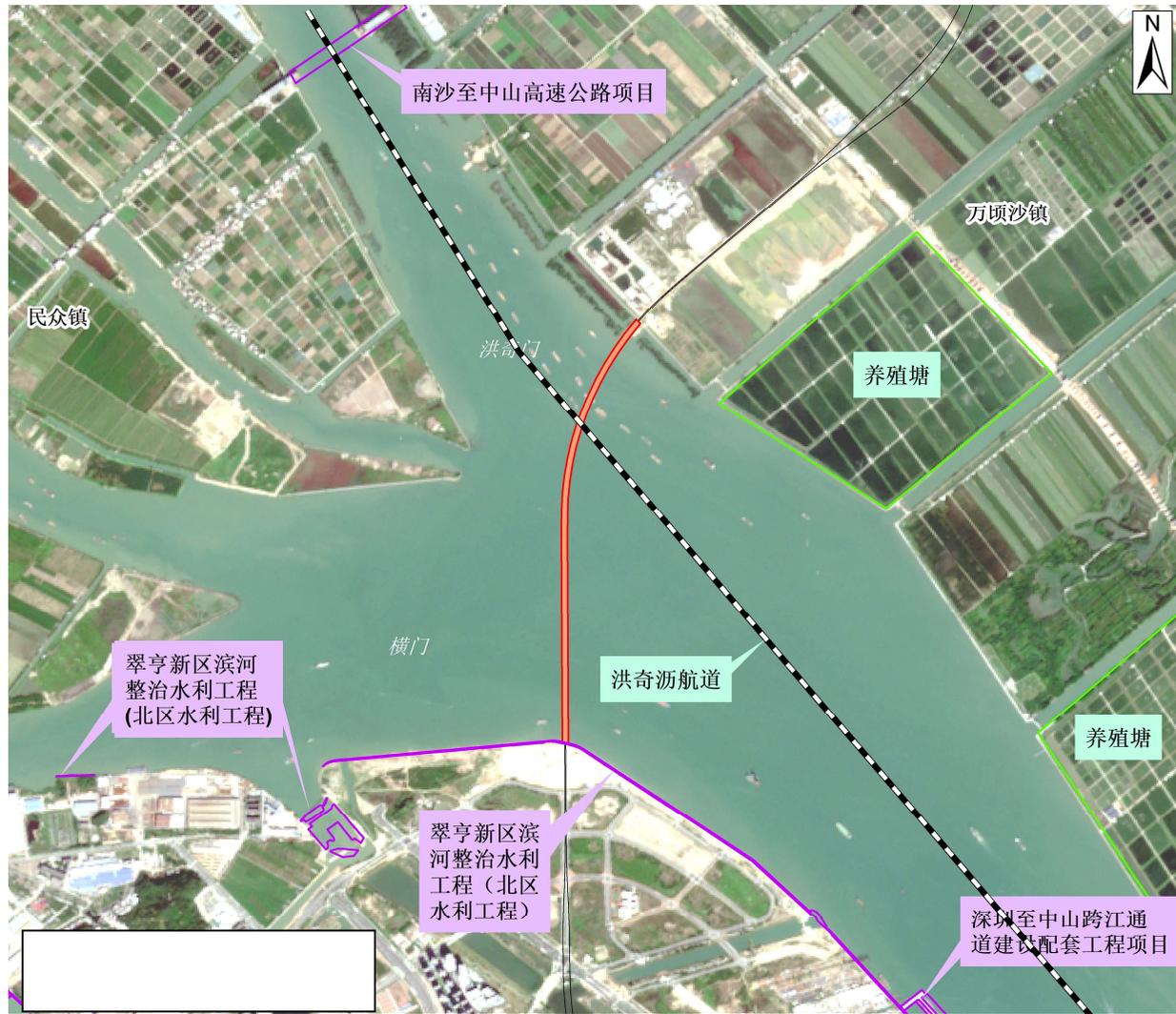


图 3.4-1b 本项目所在海域开发利用现状图（洪奇沥水道涉海段）

表3.4-2 本项目论证范围海域确权情况统计表

序号	开发利用活动性质	项目	相对位置	权属单位	用海面积 (公顷)	用海方式	用海期限
1	码头	广州华隆石油化工有限公司华隆油库码头	北 4.2km	广州华隆石油化工有限公司	0.7092	港池、蓄水	2015-09-20 至
					0.0864	透水构筑物	2025-09-19
2		广州市华基液化气有限公司油气码头	北 4.1km	广州市华基液化气有限公司	0.5832	港池、蓄水	2020-10-26 至
					0.0793	透水构筑物	2040-10-25
3		广州市华鸿油品有限公司 2000 吨级(兼顾 3000 吨级)油码头工程	北 3.7km	广州市华鸿油品有限公司	0.3247	港池、蓄水	2014-11-19 至
					0.4848	透水构筑物	2016-12-31
4		深圳至中山跨江通道建设配套工程	南 2.4 km	保利长大工程有限公司	0.9839	透水构筑物	2020-4-09 至 2026-4-08
					0.9499	港池、蓄水	
					0.4685	港池、蓄水	
7		中山港中山港区长大路桥公司码头一期工程	西北 3.5km	中山长大路桥投资有限公司	0.9954	透水构筑物	2017-04-05 至
					1.2723	港池、蓄水	2037-04-04
8		中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头	北 2.1km	中山市富茂石油化工连锁有限公司	0.2516	港池、蓄水	2017-07-23 至 2039-07-22
					0.0629	透水构筑物	
					0.0897	透水构筑物	
9		中山市南朗燃机电厂自用燃料码头	北 0.8km	深南电（中山）电力有限公司	0.9868	港池、蓄水	2014-07-23 至
	0.2315				透水构筑物	2024-07-22	
10	横门发电厂自用燃料码头	北 2.4km	中山嘉明电力有限公司	0.9326	透水构筑物	2019-07-23 至	
				0.8585	港池、蓄水	2047-07-22	
11	工业用海	中山嘉明电力有限公司横门电厂取水口用海	北 2.1km	中山嘉明电力有限公司	1.3308	取排水口	不详
12		中山市南朗燃机电厂	北 0.8km	深南电（中山）电力有限公司	0.5583	取排水口	2014-07-23 至 2024-07-22
13	路桥	南沙至中山高速公路项目（洪奇沥大桥）	北 2.4 km	广州市高速公路有限公司	5.2389	透水构筑物	2020-09-28 至 2070-09-27
14		深圳至中山跨江通道项目	南 4.5km	深中通道管理中心	81.3505	跨海桥梁	2018-05-03 至 2068-05-02
15		深圳至中山跨江通道建设配套工程项目	东南 4.5km	保利长大工程有限公司	0.2807	透水构筑物	2020-4-09 至
	0.2807						

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书

					0.2814		2026-4-08
					0.2814		
					1.8841		
					0.3718		
					0.7002		
16		中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程	南 15m	中电建（广东）中开高速公路有限公司	4.2845	跨海桥梁	2017-02-10 至 2067-02-09
17		中山市东部快线东部特大桥项目	南 2.0km	中山市交通发展集团有限公司	3.0501	跨海桥梁	2011-05-11 至 2051-05-10
18	特殊用海	海岸防护：翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）	0m，下穿	中山翠亨新区工程项目建设事务中心 （广东中山翠亨国家湿地公园管护中心）	2.4333	非透水构筑物	2022-02-08 至 2062-02-07
			1.3~3.3km		0.7638		
					0.0290		
					0.2771		
					0.4896		
					3.0222		
					0.4714		
					0.3007		
					0.1036		
					0.1111		
					0.1429		
					0.4530		
					0.0902		
0.0365							
0.0493							
0.0282							
19		国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程	南 2.7km	国家海洋局南海预报中心	0.1229	透水构筑物	2020-01-10 至 2060-01-09

4.项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 对海域水文动力条件影响分析

根据本项目涉海工程的实际施工工艺，本工程穿越海域的建设内容为过海盾构海底隧道。工作井均位于陆域，而过海盾构海底隧道位于海底，整个施工过程位于陆域、海底，不扰动海床表面。

项目建成后，海上无永久性改变水体运动状态的构筑物。因此，本项目的施工期和营运期，均不改变项目所在海域水体的流态，对水体的流速、流向无影响，也不影响该区潮位的自然变化特征和水体交换特征，对项目所在海域的水文动力环境无影响。

4.1.2 对地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目涉海工程是过海隧道，隧道开挖采用盾构法施工工艺，工作井位于陆域，无海床表层开挖等作业，不在海床表层形成永久性构筑物，所以项目建设和运行不改变海床的地形地貌。

但是，由于隧道、工作井等工程的开挖和建设，将产生大量的弃土、泥浆，这些弃土和泥浆在堆放、输运过程中如处置不善可能进入海中，局部改变该区的海床表层形貌，部分改变海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为。该影响仅限工程所在局部海域，且属突发可能性影响，该可能性随施工期结束而马上消失。因此，只要施工过程规范作业程序、加强巡查和组织管理，本工程建设对隧道跨海海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤环境无影响。

4.1.3 对水质环境的影响分析

（1）施工期影响分析

本项目施工期对海洋水环境可能造成的环境影响包括：施工过程中产生的运输车清洗废水、施工排水；施工人员产生的生活污水和生活垃圾；施工现场的油料渗漏及施工中更换的废油等；工作井、过海隧道等开挖产生弃土，可能经雨水

冲刷后进入水体等。上述这些废水、废油及弃土等如果处置不当将使水体 COD、石油类、悬浮物含量增加。

本项目盾构基道施工废水和地面施工废水经沉淀隔油后回用于洒水抑尘等，不外排。含水泥浆经过压滤干化系统处理后的析出液主要是水，可直接用于盾构机循环水冷却、拌制新浆等，实现水资源循环利用。采取上述措施后，本项目涉海工程施工废水不会对周边水环境产生不良影响。本项目涉海工程盾构机掘进过程中将产生大量的渣土。经平衡后，施工过程中将产生约 52 万 m³ 渣土。根据建设单位提供资料，本项目涉海工程渣土依托本项目车站出土，渣土边出边运，不设临时堆场，不会导致水土流失，不影响海洋水体环境质量。

综上，项目用海施工废水和固体废物妥善处理不会影响海洋水环境质量。

（2）营运期影响分析

本项目两处涉海工程为海底隧道，不设车站，因此无废水和固废产生。隧道采用全封闭防水结构，在事故发生时污染物进入海水的可能性很小。隧道中若发生火灾事故，消防废水应收集后纳入市政污水管网系统收集处理。因此，项目用海营运期对海洋水质环境基本无影响。

4.1.4 对沉积物环境影响分析

（1）施工期影响分析

本项目用海为海底隧道，采用盾构法施工，通过在海床下暗挖隧洞的方法，可以保持开挖表面稳定。此种方法对海洋表层沉积物不产生影响，主要破坏了海床下层的沉积物环境。该项目施工过程中将破坏约 52 万 m³ 底土，渣土依托本项目车站出土，渣土边出边运，不设临时堆场。

施工期施工人员生活污水和固体废物均能得到有效收集处理不排海，对海洋沉积物环境质量没有影响。

（2）营运期影响分析

本项目两处涉海工程为隧道段，不设车站，因此无废水和固废产生。隧道采用全封闭防水结构，在事故发生时污染物进入海水的可能性很小。因此，本项目用海营运期对海洋沉积物环境质量不产生影响。

4.2 项目用海生态影响分析

本项目用海的实施位于离海底表面的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法。海洋生物的分布范围主要在水层中和 50cm 以浅的海底沉积物内，因此盾构法施工及后续运行在正常情况下不会对海洋生物产生直接的影响。

4.2.1 施工期对海洋生态的影响分析

盾构法开挖隧道是一种噪声、振动小的施工方式，是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法，它是将盾构机械在地中推进，通过盾构外壳和管片支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌，同时在开挖前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠千斤顶在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。盾构法是陆域地下地铁隧道、海底隧道修建的一种常用施工方法。在盾构开挖土层的过程中，为了安全并减少对地层的扰动，一般先将盾构前面的切口贯入土体，然后在切口内进行土层开挖。由于盾构机是利用刀盘的旋转进行地层掘削的，施工产生的噪声、振动较小；据类似工程现场调查，盾构机的电机噪声较大，约 90dB；而盾构机掘进的噪声一般不会超过 70dB。

根据厦门大学“东通道海底隧道施工爆破水下噪声监测项目”课题组对海底隧道的一般施工活动进行的水下噪声监测。海底隧道一般施工活动，如土方开挖、结构装修、设备安装等所产生的水下噪声谱级不高，4kHz 以上的噪声将比原海洋环境背景噪声提高 5~10dB，在 0~25kHz 的频率范围上出现多条线谱。一般施工活动所产生的总体噪声谱级不高，4kHz 频点以上的谱级均在 95dB 以下，盾构施工不会对鱼类等海洋生物造成直接伤害，对大型海洋哺乳动物中华白海豚的摄食、社交等行为影响也很小。

结合上述分析资料可知，本项目海底隧道高程区间约为-40.835m~-21.143m（1985 国家高程基准），经过衰减后，项目用海海底隧道盾构施工对海洋生物不会造成直接伤害，影响较小。

4.2.2 营运期对海洋生态的影响分析

隧道营运过程中产生的机械振动会通过隧道结构，经由岩土介质向周边地层和海床传播，由此而引起的海床振动可能会对石首鱼科鱼类带来一定的影响。有关振动对生物的影响少见研究报道。

本项目用海隧道工程下穿海床，但其顶部距海床面仍有一定距离，隧道中心上方海床面振动级将有较大衰减，可认为隧道盾构列车运营期对海洋生物带来的干扰有限。

4.2.3 对红树林的影响分析

根据实地调查可知，本项目延线在十六涌至香山段（里程号：YCK58.2）和香山-火炬东（预留）段（里程号：YCK52.7）这两处位置周边海域沿岸有分布成片的红树林。

本项目涉海工程为海底隧道，采用盾构法施工，施工期废水全部回用不外排，运营期无废水和固废产生，施工期渣土委外处理，不外排。不存在施工期与运营期外排污染物影响隧道上方红树林的生长。此外，结合本项目涉海工程的纵断面图可知，YCK60.8 和 YCK52.7 隧道顶部距离海底约 15m 和 10m，距离海面的红树林较远，对其生长影响不大。

综上所述，本项目用海对海域上方沿岸的红树林基本无影响。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 岸线和滩涂资源

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，拟申请用海总面积为 10.9805 公顷。项目用海不占用岸线和滩涂资源。

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的。建设海底隧道将永久性占用海域底部空间资源 10.9805 公顷，限制了其他的海洋开发活动，但对海域空间资源的其他开发活动不具有完全排他性。

4.3.2 海洋生物资源

根据前述项目用海生态影响分析章节，本项目用海的实施位于离海底表面的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法。海洋生物的分布范围主要在水层中和 50cm 以浅的海底沉积物内，因此盾构法施工及后续运行在正常情况下不会对海洋生物产生直接的影响。

因此，本项目用海造成海洋生物资源损失较小。

4.3.3 海域通航资源

根据本项目通航安全论证相关结论，项目用海采用盾构施工法建设海底隧道工程，且隧道顶部距离海域底土表面仍有相对较远距离，基本不会对洪奇沥水道和横门水道南支道的现有和规划通航条件造成影响。

4.4 项目用海风险分析

4.4.1 风险识别与分析

本项目的环境风险包括：施工期主要风险事故有施工过程中海床坍塌、透水事故风险。隧道营运期可能存在火灾风险和地质灾害风险。

（1）施工期风险因素识别

对盾构隧道而言，重要的风险因素是会对盾构机掘进进度造成影响的施工事故，如火灾、涌水以及由于各种原因造成盾构机的停止等。即使发生这些事故的

概率很低，但事故的后果是“严重的”。因为设备的这些单一部件的事故会直接影响整个工程的总体计划（盾构机一个月的延误 \geq 整个项目一个月的延误）。

盾构隧道方案的很多风险几乎都与隧址的地质情况（基岩层）有关。详细的地质勘察及其结果评估工作对盾构隧道是最为重要的内容，因为即便是对地质情况非常关注，也将会有出现重大问题的潜在的风险。具体见表 4.4-1。

表 4.4-1 盾构隧道具体风险分析表

序号	阶段	风险源	建议可减小风险的措施
1	盾构设计	由于地底硬物，刀盘过度磨损，水下修理盾构机不可能，或者非常困难	对土质参数关于磨损性方面的全面评估，根据土体数据设计刀盘上采用硬质金属和耐磨保护措施
2	盾构掘进	不利地质情况、地层中阻碍物、不明基岩影响盾构推进速度，甚至盾构掘进停止	全面的地质调查与解译，按照最不利地质情况设计盾构
3		盾构超挖导致地面或海床面过大的(不可接受)沉降，导致盾构掘进缓慢或需在海底面修补	安排专门的技术人员负责挖方量的控制
4		盾构隧道涌水	对密封门和其他密封设备进行 24h 监控
5		盾尾密封系统失效造成泄漏，而且盾尾密封由于位置问题不便修复	盾尾系统的合理设计，制定对盾尾密封系统的维护计划
6		盾构机身后的管片上浮	衬砌管片设计时充分考虑抗浮问题，合理的注浆设计

（2）营运期风险因素识别

隧道工程与其他工程项目相比，具有隐蔽性、复杂性和不确定性等突出的特点，而跨海隧道显得更为突出。

1) 火灾风险

隧道营运过程中，公路隧道内所发生的火灾按引发因素主要有：车辆电气线路短路、汽化器失灵、载重汽车气动系统故障等引发火灾；隧道内因道路空间狭窄、能见度较差，容易发生车辆相撞事故进而引发火灾；隧道内通行的车辆所载货物可能有易燃易爆物品，遇明火（或热源）发生燃烧或自燃；隧道内设置的变配电等设备工作环境恶劣、潮湿、多粉尘、通风散热不良，也会导致设备故障而引发火灾事故。

2) 结构安全风险

隧道漏水：地下水通过衬砌管片薄弱处渗漏，使管片腐蚀、风化及洞内设备锈蚀。

衬砌侵蚀：衬砌侵蚀是由于环境作用而遭受的化学和物理侵蚀。衬砌侵蚀主

要与地下水含氯化物、硫化物或其他化学污染物有关。

衬砌裂损：衬砌裂损按裂缝的成因可分为结构性或非结构性裂缝。前者表示结构整体或局部稳定受到影响，其原因可能是设计不当、施工质量差或其他未预测到的因素如：隧道纵向变形、不均匀沉降等。非结构性裂缝的成因主要有温度收缩、干缩等。通过精心设计，及时反馈，加强施工组织管理能有效降低风险。

地震：地震诱发地基震陷和液化，从而破坏隧道结构体系。

4.4.2 风险概率分析

根据目前我国工程界设计、施工、管理技术水平分析，本工程在建设期和运营期发生无法克服的风险事故概率较小。

根据公路隧道运营养护设计规范，危险品泄漏、火灾、爆炸等风险事故，发生的概率取每 100 万 km 0.1 次。本工程涉海隧道长度为 3.3km，发生火灾、爆炸等风险事故概率为 3×10^{-7} 次/年。

4.4.3 风险事故影响分析

（1）施工期环境风险事故分析

施工期如导致周边码头、桥梁等构筑物发生坍塌，构筑物进入海底，影响底栖生物生境；掀起的海底泥沙，导致水体混浊，对海水水质和浮游生物、鱼卵仔鱼等产生影响。

如发生透水事故，排出洞外的水携带大量泥沙，一旦进入海洋会对海洋水质和生态环境产生不利影响。

（2）隧道火灾事故影响分析

隧道内发生火灾时，具有如下特点：

①烟雾大，温度高。隧道内一旦发生火灾，由于隧道空间小，近似处于密闭状态，不可能自然排烟，因此烟雾比较大，燃烧产生的热量不易散发；火灾可能将隧道照明系统破坏，能见度低，给扑救火灾和疏散人员带来困难；

②疏散困难。隧道横断面小，道路狭窄，发生火灾时除了人员疏散困难外，物质疏散也极其困难。车辆一辆接一辆，要疏散几乎是不可能。因此，火灾在车辆之间的蔓延也比较快，且每一辆汽车都有油箱，将加剧火灾的严重程度。

一旦发生火灾，对环境最主要的影响是向环境空气中大量排放烟尘、CO、CO₂等，此外还有热污染问题。这些烟雾均要由通风系统和隧道洞口排出隧道后，主要影响排风口及隧道附近大气环境质量，从而对周边居民的身体健康产生影响。本隧道设计选用灭火器、消火栓系统、泡沫-水喷雾联用灭火系统相结合的方案；当隧道内发生火灾时进行灭火，消防废水也可能直接进入海洋影响水质和海洋生态环境。在可控的情况下，消防废水需收集后纳入污水处理厂处理。

因此，本隧道营运期应按要求配套消防系统和相应设备。

(3) 小结

工程海域一旦环境事故发生，将会对周围海域的生态环境造成一定程度的不利影响，可能影响的敏感点包括自然保护区、海洋生态红线区、海洋保护区、渔业资源保护区和沿岸红树林等。

工程建设和运营过程中，必须高度重视突发环境风险事故的防范和应急体系的建设，提高防范意识，制定完善环境突发事故应急预案，配备污染事故应急设备，建立应急专业队伍，并通过开展专业的培训、应急演练，保证突发性环境风险事故的应急处置能力。

该工程应认真落实报告书提出的各项风险防范对策措施与应急预案，最大限度的降低风险事故发生概率，减缓风险事故污染损害后果。在此基础上，项目用海从环境风险角度是可以接受的。

5. 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

项目用海对海域开发活动的影响主要为项目对道航通航的影响。项目下穿多个已确权的防洪堤，与在建桥梁近距离并行，穿越已建成的施工码头均可能存在一定影响，具体见图5.1-1。

（1）对通航的影响

根据《南沙至珠海（中山）城际前期深化研究项目横门西水道地址勘察工程通航安全保障方案》，工程对通航的影响主要发生在施工前期水上钻探工作。钻探采用施工船作业，每孔 1~1.5 天，抛锚后占用水域 100×40m。根据上述专题报告，钻探工作期间施工船舶占用一定的水域，且需要实施必要的水上交通管制，会对通航造成一定影响。

（2）下穿防洪堤的影响

翠亨新区滨河整治水利工程下穿河堤采用搅拌桩桩长约 10~15 米，桩径 0.8 米，旋喷桩桩径 1.2 米，桩底穿透不透水层，U 型板桩长约 14 米，抛石基础厚度不小于 1 米。工程从堤坝桩基以下约 18 米深处下穿而过。在采取安全措施，并协调好施工时序的前提下，工程对防洪堤影响有限。

（3）与桥梁近距离并行的影响

本项目在横门西水道与中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程近距离并行，隧道结构边线平面投影距离桥梁桩基仅 15m，钻探施工船舶需要近距离靠近桥墩，在采取相应安全保护措施的前提下，可以避免对桥梁安全受到影响。

（4）穿越施工平台的影响

本项目在横门西水道下穿深中通道采石场配套码头，隧道结构和码头桩基存在物理空间的冲突。但根据两个项目的施工时序，本项目隧道预计在 2025 年以后推进到此处，届时深中通道已经完成施工，从时间上避免了冲突。

除此以外，项目与附近的其他桥梁、港口码头、工业用海、管道距离较远，正常施工，对上述用海无直接影响。工程采用盾构施工，施工期的废水可以得到妥善处理，对水质无影响因此不影响高位养殖取水。

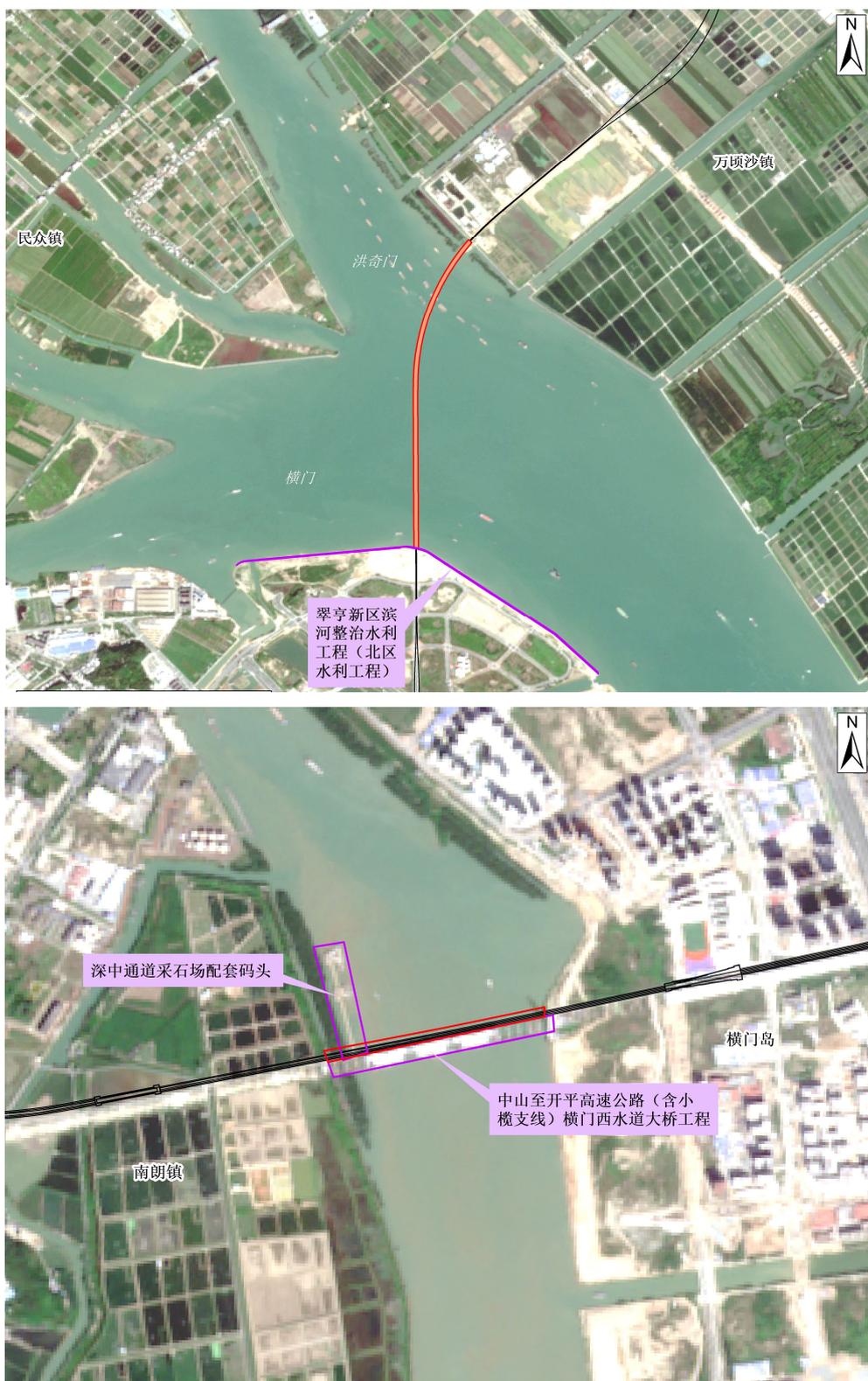


图 5.1-1 本项目与利益相关者位置关系图

5.2 利益相关者界定

根据现场踏勘、咨询和 5.1 节的分析，界定本项目的利益相关者为中山翠亨新区工程项目建设事务中心（广东中山翠亨国家湿地公园管护中心）、中电建（广东）中开高速公路有限公司和保利长大工程有限公司。

利益相关内容一览表见表 5.2-1。

表 5.2-1 本项目利益相关者一览表

编号	利益相关者	用海项目	用海方式	用海期限	相对位置关系	可能存在的影 响	协调内容
1	中山翠亨新区工程项目建设事务中心（广东中山翠亨国家湿地公园管护中心）	翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）	非透水构筑物	2022-2-8~2062-2-7， 施工建设中	垂直投影重叠，空间无冲突	工程基础安全影响	协调工程基础安全问题，使用时间问题；取得支持性意见
2	保利长大工程有限公司	深中通道采石场配套码头	透水构筑物	未确权，已建成使用，计划工程后拆除	码头桩基和隧道结构存在冲突	使用空间冲突，按目前的施工计划使用时间无冲突	
3	中电建（广东）中开高速公路有限公司	中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程	跨海桥梁	2017-2-10~2067-2-9， 施工建设中	近距离并行	工程基础安全影响，施工相互干扰	

5.3 相关利益协调分析

根据上节分析，本项目下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）工程。两个项目在垂直投影上存在重叠，但物理空间上无冲突。过江隧道项目穿越河堤、海堤，工程上较为常见。由于本项目为地下工程，堤坝项目对沉降和基础稳定性有一定要求，且两个项目均待实施，建议两个项目业主单位应就工程基础安全和施工时序开展协商，确保安全稳定。

本项目下穿深中通道采石场配套码头，为深中通道施工提供物资水路运输所需的靠泊需求。码头桩基与隧道结构存在重叠，但从施工计划的使用时间来看，本项目盾构施工到码头桩基处约在 2025 年以后，深中通道已经完成施工，码头也将拆除，因此使用时间上两者无冲突。但从两个项目的顺利施工角度考虑，建议开展进一步协调施工进度。

本项目与中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程近距离并行。两者可能存在工程基础安全和施工作业面的相互影响，建议开展协调，相互了解工程设计内容、施工方法和进度，以确保工程基础安全和减少施工干扰。

综上，本项目与利益相关者的利益冲突可以通过协调解决。不存在无法协调的利益冲突。

除了利益相关者需要协调外，另外还需协调的管理部门涉及海事部门、航道管理部门和林业部门等，协调内容见表 5.3-1。

表 5.3-1 协调部门一览表

序号	开发利用活动	相对位置	部门/单位	影响因素	协调内容
1	横门水道和横门西水道航道	隧道下穿	航道管理部门	通航保障	通航保障及规划
2	沿岸红树林	隧道下穿	林业部门	红树林保护	取得林业部门同意

5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

项目用海范围内没有国防设施和军事活动区，没有涉及到军事用海，项目用海对国防安全和军事活动不会产生影响。建议项目选址选线征求南海舰队意见。

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.项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.1.1 项目所在海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），本项目用海范围位于“A2-14 横门岛港口航运区”和“A8-10 伶仃洋保留区”具体情况如下：

（1）横门岛港口航运区

属中山市，地理范围为 113°32'52"~113°37'41"E，22°30'04"~22°36'04"N，功能区类型为港口航运区，面积为 1467 公顷，岸线长度 18383 米。

海域使用管理要求为：

- 1) 相适宜的海域使用类型为交通运输用海；
- 2) 保障横门渔港用海需求；
- 3) 维护海上交通安全，维持横门水道潮汐通道畅通；
- 4) 加强用海动态监测和监管。

海洋环境保护要求为：

- 1) 加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；
- 2) 执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。

（2）伶仃洋保留区

属珠海市、中山市、广州市、东莞市、深圳市，本项目仅涉及中山市和广州市，地理范围为 113°26'53"~113°52'01"E，22°22'39"~22°47'36"N，功能区类型为保留区，面积为 63421 公顷，岸线长度 104960 米。

海域使用管理要求为：

- 1) 维护海域防洪纳潮功能；
- 2) 保障珠江口中华白海豚国家级自然保护区管理配套设施建设用海需求；
- 3) 适当保障工业与城镇用海需求；
- 4) 通过严格论证，合理安排相关开发活动。

海洋环境保护要求为：

- 1) 保护伶仃洋生态环境；
- 2) 加强对陆源污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控；

3) 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状。

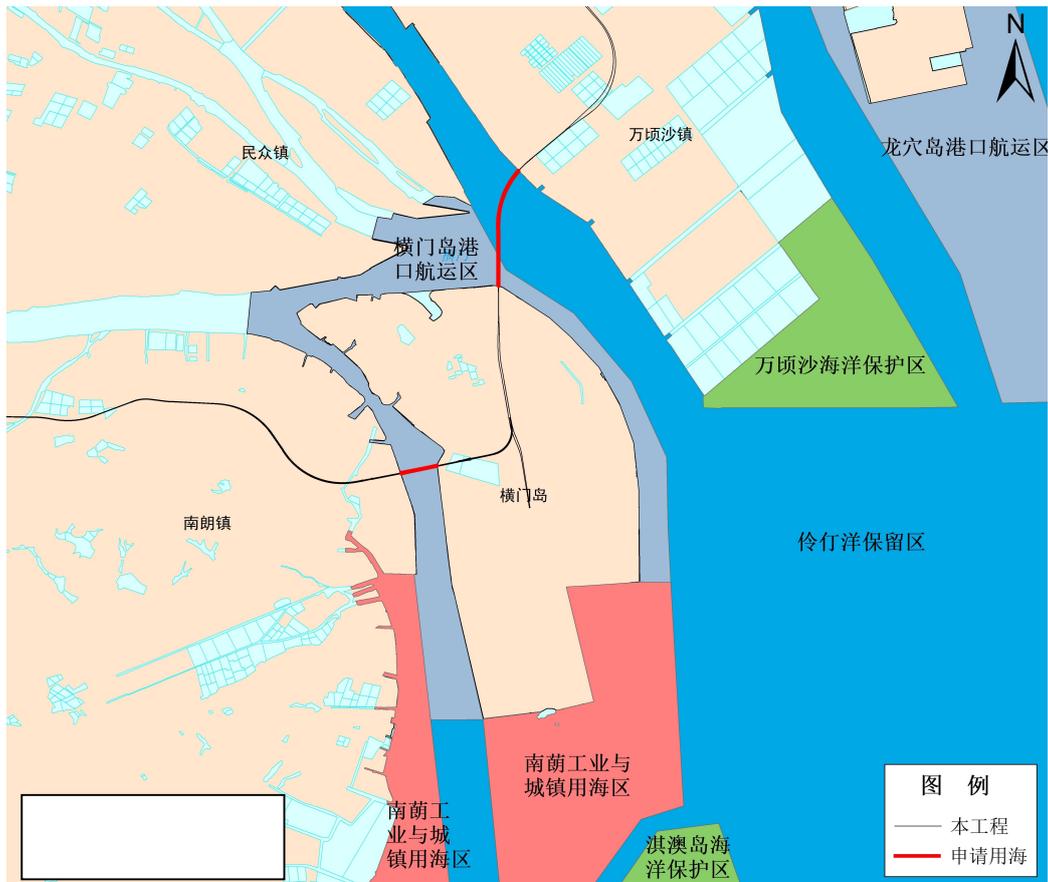


图 6.1-1 项目所在海域广东省海洋功能区划分布图

表 6.1-1 项目所在海域广东省海洋功能区划分布登记表

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸线长度(米)	管理要求		与本项目用海相对位置
							海域使用管理	海洋环境保护	
1	A2-14	横门岛港口航运区	中山市	东至:113°37'41" 西至:113°32'52" 南至:22°30'04" 北至:22°36'04"	港口航运区	1467 18383	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.保障横门渔港用海需求; 3.维护海上交通安全,维持横门水道潮汐通道畅通; 4.加强用海动态监测和监管。	1.加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 2.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。	本项目占用
2	A8-10	伶仃洋保留区	珠海市、中山市、广州市、东莞市、深圳市	东至: 113°52'01" 西至: 113°26'53" 南至: 22°22'39" 北至: 22°47'36"	保留区	63421 104960	1.维护海域防洪纳潮功能; 2.保障珠江口中华白海豚国家级自然保护区管理配套设施建设用海需求; 3.适当保障工业与城镇用海需求; 4.通过严格论证,合理安排相关开发活动。	1.保护伶仃洋生态环境; 2.加强对陆源污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控; 3.海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状。	本项目占用
3	A6-10	万顷沙海洋保护区	广州市	东至:113°40'57" 西至:113°38'03" 南至:22°33'38" 北至:22°36'02"	海洋保护区	1030 5915	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.保障红树林科普和旅游用海需求; 3.不得建设污染环境、破坏资源和景观的生产设施。	1.保护十八涌以南天然红树林,加强外来物种入侵的防治; 2.加强洪奇沥水道的整治,加强海洋生态环境整治修复; 3.加强保护区海洋生态环境监测; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	东南向 4.7km

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸线长度(米)	管理要求		与本项目用海相对位置
							海域使用管理	海洋环境保护	
4	A3-17	南荫工业与城镇用海区	中山市	东至:113°37'50" 西至:113°33'59" 南至:22°25'25" 北至:22°32'14"	工业与城镇用海区	2846 25369	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障翠亨海上温泉旅游用海需求; 3.西片区已成陆,严禁在两侧水道围填海; 4.围填海须严格论证,优化围填海平面布局; 5.工程建设期间采取有效措施降低对淇澳岛红树林保护区的影响; 6.加强对围填海的动态监测和监管	1.保护南荫周边海域生态环境; 2.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。	南向 2.1km
5	B6-24	淇澳岛海洋保护区	珠海市	东至:113°39'44" 西至:113°34'39" 南至:22°23'21" 北至:22°28'53"	海洋保护区	3147	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.维持中山航道畅通; 3.适当保障渔业用海需求; 4.严格安装国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理; 5.保障防灾减灾体系建设用海需求; 6.优先保障军事用海需求。	1.保护淇澳岛天然红树林, 加强加强外来物种入侵的防治; 2.加强海洋生态环境整治修复; 3.加强保护区海洋生态环境监测; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	南向 8.8km

6.1.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.1.2.1 项目用海对所在功能区海洋功能的影响

根据上述图表所示，本项目所在海洋功能区为横门岛港口航运区和伶仃洋保留区。

本项目用海类型为海底工程用海，对交通运输用海和保留区用海的基本功能影响较小。根据本项目涉海工程的实际施工工艺，本工程穿越海域的建设内容为过海盾构海底隧道，工作井均位于陆域，而过海盾构海底隧道位于海底，整个施工过程位于陆域、海底，不扰动海床表面，项目建成后海上无永久性改变水体运动状态的构筑物，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离。因此，本项目用海对所在海洋功能区的水文动力环境和冲淤环境基本无影响，对维护海上交通安全和海域防洪纳潮功能基本无影响。

本项目盾构基道施工废水和地面施工废水经沉淀隔油后回用于洒水抑尘等，不外排。含水泥浆经过压滤干化系统处理后的析出液主要是水，可直接用于盾构机循环水冷却、拌制新浆等，实现水资源循环利用。本项目涉海工程盾构机掘进过程中将产生大量的渣土，依托本项目车站出土，渣土边出边运，不设临时堆场。在采取上述措施后，项目用海施工废水和固体废物妥善处理不会影响海洋生态环境。运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物，对项目所在海域生态环境基本无影响。

综上所述，在采取相应措施的基础上，本项目用海不影响横门岛港口航运区和伶仃洋保留区的基本功能和生态环境质量。

6.1.2.2 项目用海对周边海域海洋功能的影响

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），与本项目相邻的海洋功能区主要有“A6-10 万顷沙海洋保护区”、“A3-17 南荫工业与城镇用海区”和“B6-24 淇澳岛海洋保护区”，分别距离本项目约 4.7km、2.1km 和 8.8km，详见图 6.1-1 和表 6.1-1。

根据前文相关研究结果，本项目用海对海洋环境与生态的影响相对较小，且均集中在项目附近海域，基本不会对上述三个海洋功能区造成不利影响。

6.1.3 与功能区划的符合性分析

本项目用海所在海洋功能区为横门岛港口航运区和伶仃洋保留区，海域使用类型为海底工程用海中的海底隧道用海，虽不是功能区相适宜的海域使用类型，但项目用海对该海洋功能区的基本功能影响较小，符合性分析详见表 6.1-2。

表 6.1-2a 项目与所在海洋功能区划符合性分析表（1）

“横门岛港口航运区”		符合性分析		
海域使用管理要求	1	相适宜的海域使用类型为交通运输用海；	本项目海域使用类型为海底工程用海，对交通运输用海基本功能影响较小；	基本符合
	2	保障横门渔港用海需求；	项目用海不涉及横门渔港用海；	符合
	3	维护海上交通安全，维持横门水道潮汐通道畅通；	本工程为盾构海底隧道，项目用海对海域水文动力环境和冲淤环境基本无影响，能够维护海上交通安全和横门水道潮汐通道畅通；	符合
	4	加强用海动态监测和监管。	建设单位应落实海域监督管理对策措施，做好用海动态监测和监管。	符合
海洋环境保护要求	1	加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；	项目用海施工废水和固体废物妥善处理，严禁排海。运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物；	符合
	2	执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。	本项目用海不影响海域的水质、沉积物和生物质量。	符合

表 6.1-2b 项目与所在海洋功能区划符合性分析表（2）

“伶仃洋保留区”		符合性分析		
海域使用管理要求	1	维护海域防洪纳潮功能；	本工程为盾构海底隧道，项目用海对海域水文动力环境和冲淤环境基本无影响，能够维护海域防洪纳潮功能；	符合
	2	保障珠江口中华白海豚国家级自然保护区管理配套设施建设用海需求；	项目用海为海底隧道，距离珠江口中华白海豚国家级自然保护区约 19km，不会影响该保护区管理配套设施建设用海需求；	符合
	3	适当保障工业与城镇用海需求；	本项目用海将充分协调利益相关；	符合
	4	通过严格论证，合理安排相关开发活动。	本项目涉海工程经过多次方案比选，建设单位将严格按照相关要求合理开展施工和运行。	符合
海洋环境保护要求	1	保护伶仃洋生态环境；	本项目用海的实施位于离海底表面的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法。正常情况下对海洋生态环境影响相对较小；	符合
	2	加强对陆源污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控；	项目用海施工废水和固体废物妥善处理，严禁排海。运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物；	符合
	3	海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状。	本项目用海不影响海域的水质、沉积物和生物质量。	符合

综上所述，本次项目用海符合“横门岛港口航运区”和“伶仃洋保留区”的海域使用管理要求及海洋环境保护要求。本项目用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）是相符合的。

6.2 项目用海与相关规划符合性分析

6.2.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性

根据《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》（国发[2015]42号），海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：

①优化开发区域：包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。②重点开发区域：包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。③限制开发区域：包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区、海岛及其周边海域。④禁止开发区域：包括各级各类海洋自然保护区、领海基点所在岛礁等。

本项目位于珠江口西岸，为优化开发区域。项目用海类型为海底工程用海，采用盾构施工法，对所在海域生态环境基本无影响。项目建设不涉及海洋自然保护区、我国传统渔场、海洋水产种质资源保护区、海洋特别保护区和我国已公布的领海基点，符合《全国海洋主体功能区规划》的精神。

6.2.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性

根据《广东省海洋主体功能区规划》（粤府函[2017]359号），项目所在区域优化开发区域（图6.2-1），不属禁止开发区域和限制开发区域。

优化开发区域的功能定位为：海洋强国的战略支点、海洋强省建设重要引擎，国家海洋经济竞争力核心区、海洋科技产业创新中心、全国海洋生态文明建设示范区。

优化开发区域的“发展方向和布局”之一为：推进滨海城镇建设。推进区域内各市新区建设与海洋开发协调发展，有序推进广州南沙、深圳前海、珠海横琴、中山翠亨、东莞长安、珠海西部生态新区、环大亚湾新区、江门大广海湾新区、湛江海东新区、汕头海湾新区等新区建设，推进新区集中集约用海。对汕头市区、珠三角和湛江市区海洋优化开发区域相邻区域的产业和人口布局进一步优化与调整，促进人口集聚。

本项目经过广州市南沙区，中山市翠亨新区、火炬开发区、南朗镇、石岐街道、东区街道，实现广州至中山中心城区45分钟通达，打造湾区内部更高出行标

准，对促进粤港澳大湾区协同发展、一体化进程具有重要意义。同时本线也实现中山市域主中心快速衔接，与中山城市轨道交通线网无缝衔接，满足中山内部轨道出行需求，支持中山空间结构发展。本项目是粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。完善粤港澳大湾区城际线网，落实建设“轨道上的大湾区”；完善线网格局，实现互联互通规划；兼容湾区线网车辆制式，统一技术标准，实现公交化服务水平。

因此，本项目用海与《广东省海洋主体功能区规划》相符。

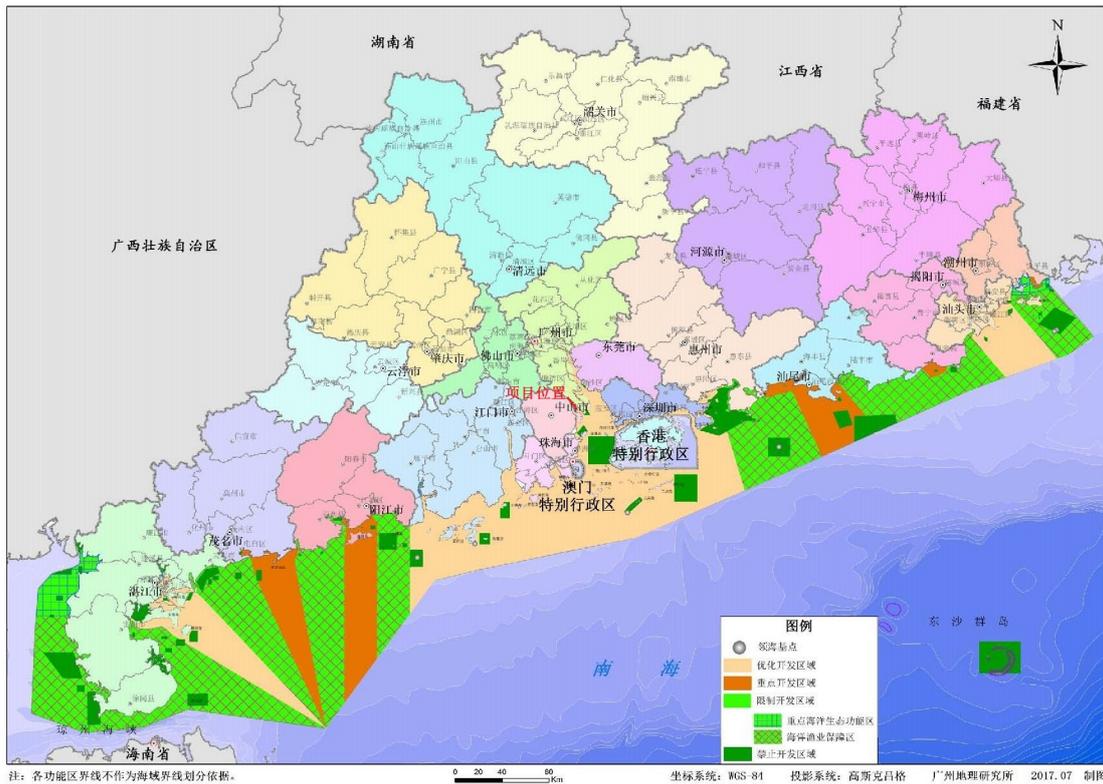


图 6.2-1 广东省海洋主体功能区规划图

6.2.3 与《广东省海洋生态红线》的符合性

(1) 海洋生态红线

根据《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》（粤府函[2017]275号），全省划定 13 类、268 个海洋生态红线区，红线区分类管控要求指出：在保障海洋生态安全底线的前提下，根据不同类型的海洋生态红线分区，对区内各类海洋开发活动实施禁止类和限制类分类管控措施，对于禁止类红线区实行严格禁止与保护，禁止围填海，禁止一切损害海洋生态的开发活动；对于限制类红线区，禁止围填海，但可在保护海洋生态前提下，限制性地批准对生态环境没有破

坏的公共或公益性涉海工程等项目。

本项目所在海域为珠江口西岸，分布有部分海洋生态红线区，包括横门-洪奇沥水道重要河口生态系统限制类红线区、横门西水道重要滨海湿地限制类红线区、横门西水道红树林限制类红线区、大茅岛南部红树林限制类红线区、广州中山交界重要渔业海域限制类红线区、淇澳-担杆岛海洋自然保护区禁止类红线区 1 和万顷沙重要滨海湿地限制类红线区，详见图 6.2-2 和表 6.2-1。

项目用海仅占用横门-洪奇沥水道重要河口生态系统限制类红线区和横门西水道重要滨海湿地限制类红线区，不占用大陆和海岛保有自然岸线（图 6.2-3），距离周边其他海洋生态红线区距离相对较远，项目用海基本不会影响到项目周边海洋生态红线区和保有自然岸线。

本项目用海与所在海洋生态红线区的符合性分析详见表 6.2-2。根据本项目涉海工程的实际施工工艺，本工程穿越海域的建设内容为过海盾构海底隧道，工作井均位于陆域，而过海盾构海底隧道位于海底，整个施工过程位于陆域、海底，不扰动海床表面，项目建成后海上无永久性改变水体运动状态的构筑物，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离，项目用海不占用河口和湿地，对海上航道畅通、海域防洪纳潮功能、海洋生物洄游通道、海上红树林湿地等基本无影响。项目用海施工废水和固体废物妥善处理后排海，运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物，对项目所在红线区生态环境基本无影响。因此，本项目用海符合横门-洪奇沥水道重要河口生态系统限制类红线区和横门西水道重要滨海湿地限制类红线区的管理措施。

综上，本项目用海符合《广东省海洋生态红线》。

（2）“三区三线”

另根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海报批的函》（自然资办函[2022]2207号），本项目用海与广东省“三区三线”划定成果位置关系详见图 6.2-4。

本项目用海在洪奇沥水道涉海段下穿广州市南沙区红树林，垂直投影面积约 64m²，在横门水道南支涉海段下穿中山市红树林，垂直投影面积约 1675m²。整体项目选线路由根据相关规划经多方案比选确定，涉海段采用盾构海底隧道，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离，对沿岸红树林生长及湿地生态环境等基本无影响。因此，项目用海符合“三区三线”划定成果。

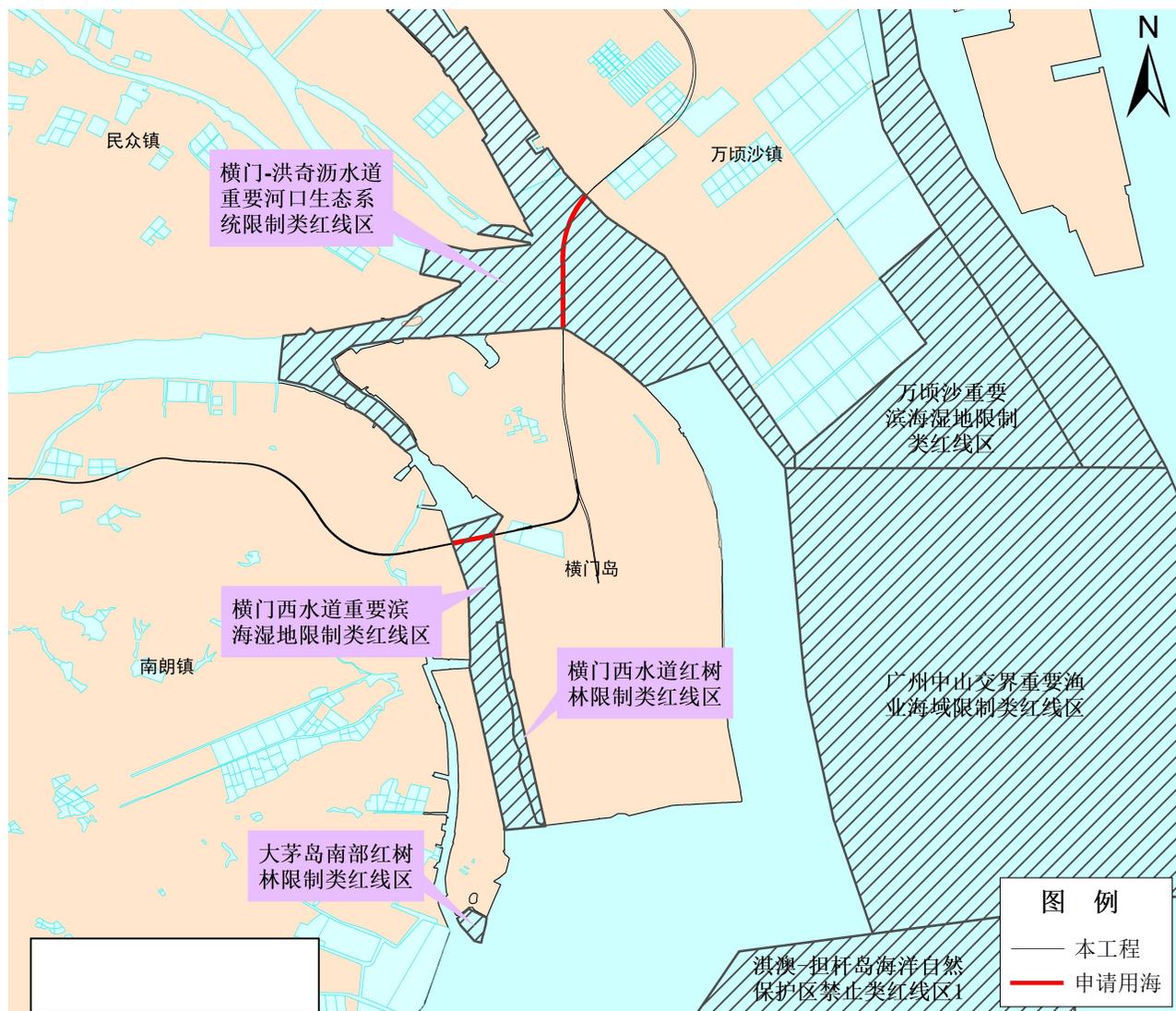


图 6.2-2 项目所在及周边海域海洋生态红线区分布图



图 6.2-3 项目所在及周边海域大陆和海岛保有岸线分布图

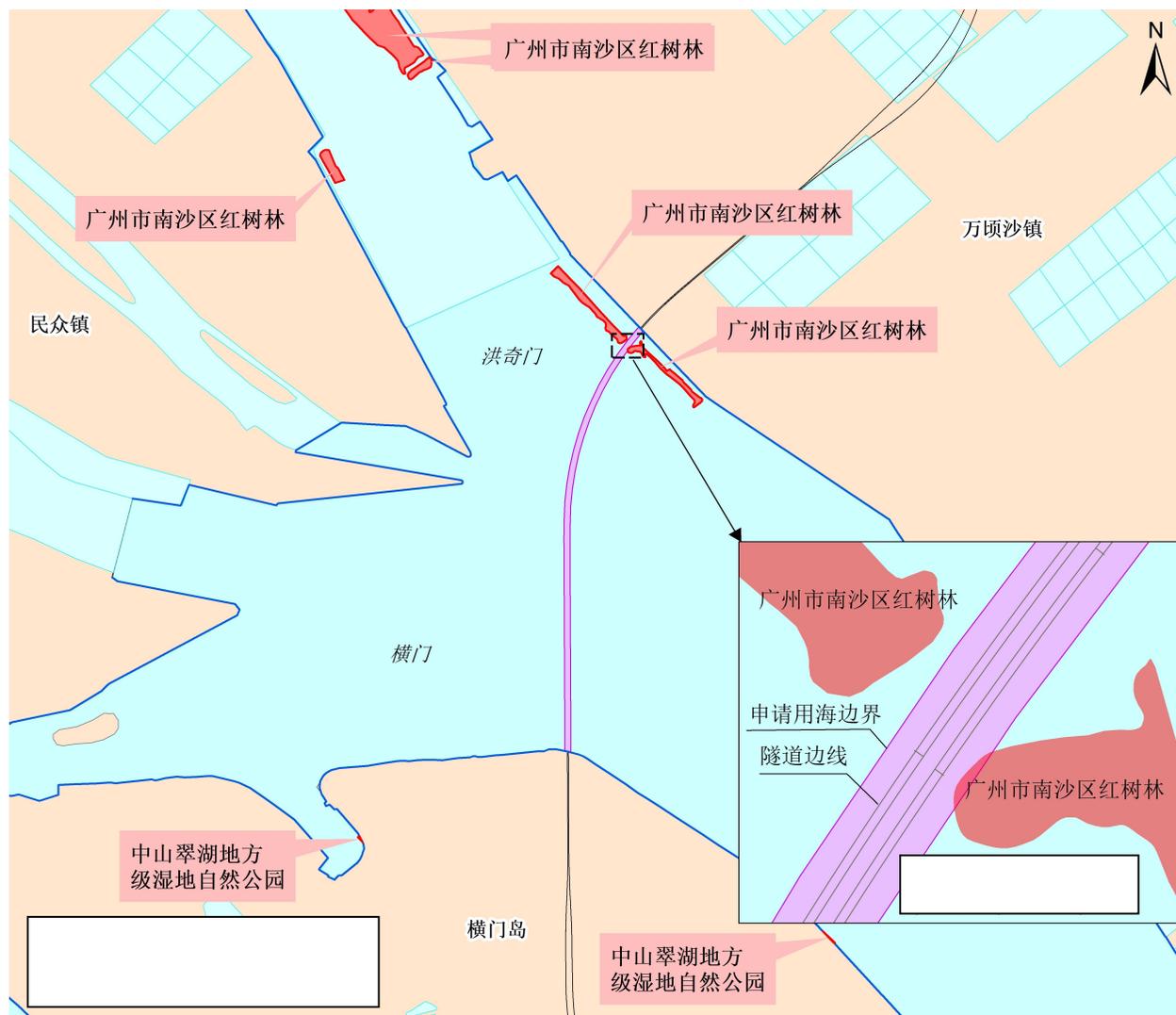


图 6.2-4a 项目用海与广东省“三区三线”划定成果关系图（洪奇沥水道涉海段）



图 6.2-4b 项目用海与广东省“三区三线”划定成果关系图（横门水道南支涉海段）

表 6.2-1 项目所在及周边海域海洋生态红线登记表

序号	所在行政区域市级县级	代码	管控类别	类型	名称	地理位置（四至）	覆盖区域		生态保护目标	管控措施
							面积（km ² ）	海岸线长度（km）		
135	珠海	44-Ja18	禁止类	海洋自然保护区	淇澳-担杆岛海洋自然保护区禁止类红线区 1	113°34'35.96 " -113°41'0.77"E; 22°23'55.19 " -22°29'15.42 " N	50.66	0.56	红树林生态系统	管控措施：按照《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和有关要求进行管理。在自然保护区的核心区和缓冲区，不得建设任何生产设施，无特殊情况，禁止任何单位或个人进入。环境保护要求：加强海洋保护区的生态环境监测和管理，严格限制除公益、科研性质外的其他活动。禁止新设污染物集中排放口，禁止排放有毒、有害物质，改善海洋环境质量。
143	中山广州	44-XC12	限制类	重要河口生态系统	横门-洪奇沥水道重要河口生态系统限制类红线区	113°27'3.63 " -113°38'4.24 " E; 22°33'38.62 " -22°43'44.7 " N	25.28	50.23	河口、红树林生态系统	管控措施：禁止围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中直排排污口和垃圾倾倒区。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全，保障渔业资源自然增殖空间和海洋生物洄游通道，保障通航及航道建设需求。禁止破坏下沙、屎船沙地形地貌，保护沿岸红树林生态系统，加强对重要河口生态系统的整治与生态修复。在做好生态环境保护论证与实施的基础上，允许适度开展航道疏浚、防洪排涝、堤防整治等用海活动，适度保障深中通道等桥梁建设用海需求，适度保障中山港港口修建用海需求。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，加强河口海域环境综合整治，保护河口海域生态环境。执行不低于第二类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。
144	中山	44-XdO8	限制类	重要滨海湿地	横门西水道重要滨海湿地限制类红线区	113°34'34.35" -113°35'33.29 " E; 22°30'2.08 " -22°33'11.35 " N	3.23	5.64	湿地生态系统	管控措施：执行《国家级湿地公园管理办法》等相关法律法规，禁止围填海及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能的开发活动，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物。限制沿岸生产养殖活动。保护海洋生物洄游通道，加强对受损滨海湿地的整治与生态修复。保障航道通行，允许符合规划的航道、锚地用海，允许适度开展旅游活动。在做好生态环境保护论证与实施的基础上，适度保障中山市东部外环高速、中开高速横门西水道特大桥工程等市政工程建设用海需求，保障中山港港口修建用海需求。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量。执行标准不得低于第二类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书

145	中山	44-X114	限制类	红树林	横门西水道红树林限制类红线区	113°35'3.88 " E; -113°35'33.29 " E; 22°30'4.48 " N -22°32, 6.34 " N	0.56	0	红树林、滩涂湿地	<p>管控措施：执行《国家级湿地公园管理办法》等相关法律法规，重点保护红树林资源及其生态系统，特别是天然的红树林植被。禁止围填海、毁林挖塘、捕捞、采石、挖沙及其他可能破坏红树林资源的各类开发活动。禁止建设污染环境、破坏资源或者景观的陆源排污口等生产设施，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物。对退化和受损的红树林生态系统开展滩涂恢复、树种补种等生态修复工程。加强海漂垃圾整治。在做好生态环境保护论证与实施的基础上，适度保障中山市东部外环高速、中开高速横门西水道特大桥工程等市政工程建设用海需求，保障中山港港口修建用海需求。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物，改善海洋和湿地环境质量。执行不低于第二类海水水质标准、第二类海洋沉积物标准和第一类海洋生物标准。</p>
146	中山	44-X115	限制类	红树林	大茅岛南部红树林限制类红线区	113°34'39.79 " E; -113°34'57.69 " E; 22°28'54.71 " N -22°29'14.95 " N	0.19	0	红树林、滩涂湿地	<p>管控措施：禁止围填海、毁林挖塘、捕捞、采石、挖沙及其他可能破坏红树林资源的各类开发活动。禁止建设污染环境、破坏资源或者景观的陆源排污口等生产设施，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物。重点保护现有红树林资源及其生态系统，特别是天然的红树林。对退化和受损的红树林生态系统开展滩涂恢复、树种补种等生态修复工程。加强海漂垃圾整治，保障通航及航道建设需求。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物，改善海洋和湿地环境质量。执行不低于第二类海水水质标准、第二类海洋沉积物标准和第一类海洋生物标准。</p>
147	中山	44-Xe22	限制类	重要渔业海域	广州中山交界重要渔业海域限制类红线区	113°37'57.86 " E; -113°43'32.59 " E; 22°29'0.01 " N -22°33'39 " N	61.83	0	重要渔业资源海域	<p>管控措施：禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动，禁止破坏性捕捞方式，严格执行凭证捕捞、禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定，禁止排放污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物等有毒有害物质，禁止新设排污口和垃圾倾倒区。严格保护经济鱼类繁育场。在做好生态环境保护论证与实施的基础上，适度保障深中通道建设用海需求。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量。执行标准不得低于第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量标准。</p>

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域使用论证报告书

156	广州	44-XdlO	限制类	重要滨海湿地	万顷沙重要滨海湿地限制类红线区	113°38'3.57 " E; -113°40'57.47 " E; 22°33'38.13 " N; -22°36'2.92 " N	10.30	5.96	湿地生态系统	<p>管控措施：严格按照《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋特别保护区管理办法》和《海洋环境保护法》等相关法律、法规和标准进行建设和管理。禁止围填海及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，禁止捕捞、采石、挖沙等活动。禁止建设污染环境、破坏资源或者景观的陆源排污口等生产设施，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物。保持海底地形、海洋水动力环境的稳定，限制沿岸生产养殖活动，开展红树林生态系统建设等生态修复工程。保障红树林种植用海需求，保障渔业资源产卵、育幼、索饵等活动。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量。保护红树林及重要水产资源及其生境；加强保护区海洋生态环境监测；执行标准不低于第二类标准海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准 and 第一类海洋生物质量标准。</p>
-----	----	---------	-----	--------	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------	-------	------	--------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表 6.2-2 本项目用海与所在海洋生态红线区符合性分析表

海洋生态红线区	生态保护目标	管控措施	符合性分析	相符性
横门-洪奇沥水道重要河口生态系统限制类红线区	河口、红树林生态系统	<p>管控措施：禁止围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中直排排污口和垃圾倾倒区。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全，保障渔业资源自然增殖空间和海洋生物洄游通道，保障通航及航道建设需求。禁止破坏下沙、屎船沙地形地貌，保护沿岸红树林生态系统，加强对重要河口生态系统的整治与生态修复。在做好生态环境保护论证与实施的基础上，允许适度开展航道疏浚、防洪排涝、堤防整治等用海活动，适度保障深中通道等桥梁建设用海需求，适度保障中山港港口修建用海需求。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，加强河口海域环境综合整治，保护河口海域生态环境。执行不低于第二类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。</p>	<p>本项目用海为盾构海底隧道，不涉及围填海和采挖海砂，用海位于海底，不扰动海床表面，项目建成后海上无永久性改变水体运动状态的构筑物，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离，对河口生态系统基本无影响。本项目施工期废水全部回用不外排，运营期无废水产生；施工期弃土委外处理，不外排。涉海工程建设不改变河口区域自然属性，可维护河口基本形态稳定，河口行洪安全，不影响渔业资源自然增殖空间和海洋生物洄游通道，能够保障通航及航道建设需求，同时对海上沿岸红树林生长基本无影响。项目建设单位应充分协调利益相关者，保障周边桥梁及港口等建设用海需求。</p> <p>本项目用海施工废水和固体废物妥善处理后排海，运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物。项目用海对所在海洋生态红线区的水质、沉积物环境和生物质量基本无影响。</p>	符合
横门西水道重要滨海湿地限制类红线区	湿地生态系统	<p>管控措施：执行《国家级湿地公园管理办法》等相关法律法规，禁止围填海及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能的开发活动，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物。限制沿岸生产养殖活动。保护海洋生物洄游通道，加强对受损滨海湿地的整治与生态修复。保障航道通行，允许符合规划的航道、锚地用海，允许适度开展旅游活动。在做好生态环境保护论证与实施的基础上，适度保障中山市东部外环高速、中开高速横门西水道特大桥工程等市政工程建设用海需求，保障中山港港口修建用海需求。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量。执行标准不得低于第二类海水水质标准、第二类海洋沉积物标准和第二类海洋生物质量标准。</p>	<p>本项目用海为盾构海底隧道，不涉及围填海和采挖海砂，用海位于海底，不扰动海床表面，项目建成后海上无永久性改变水体运动状态的构筑物，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离，对湿地生态系统基本无影响。本项目施工期废水全部回用不外排，运营期无废水产生；施工期弃土委外处理，不外排。项目用海不影响海洋生物洄游通道，能够保障通航及锚地用海需求。项目建设单位应充分协调利益相关者，保障周边桥梁及港口等建设用海需求。</p> <p>本项目用海施工废水和固体废物妥善处理后排海，运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物。项目用海对所在海洋生态红线区的水质、沉积物环境和生物质量基本无影响。</p>	符合

6.2.4 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性

根据《海岸线保护与利用管理办法》，以海岸线自然属性为基础，结合开发利用现状与需求，将海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三种类型。本规划将广东省岸线划分为 484 段，对海岸线及其两侧保护与利用实施网格化管理。其中，优化利用岸线针对人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线划定。

根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（粤府[2017]120 号）第六章第一节统筹陆海交通基础设施建设：以港口发展为重点，统筹陆海交通基础设施建设，合理确定用地用海和岸线规模，把港口设施、海运通道与公路、铁路等布局建设有机衔接起来。

本项目为交通基础设施项目，采用盾构法建设海底隧道，不直接占用岸线资源，对海洋环境和岸线基本不产生影响。因此，项目建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

6.2.5 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性

根据《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》（粤府[2017]119 号），第十三章第四节建设陆海互通高效的航运枢纽：明确港口功能和布局，以沿海主要港口为中心，打造衔接有序、协同联动的航运集疏网络，**促进海陆空互联互通。**

打造衔接有序、协同联动的航运集疏网络：以疏港铁路和公路为重点，统筹港口、铁路、公路、内河港口等联动发展。优化港口公路运输网络，重点强化重要港口与高速公路网络的对接，推进“最后一公里”的公路网络建设，提升港口的快速集疏能力。推进港口疏港铁路的建设进度，加快广州港南沙港区、茂名港博贺新港区、湛江港东海岛港区等疏港铁路建设，有序推进汕头港、潮州港、揭阳港、汕尾港、中山港、江门港等疏港铁路建设。到 2020 年底，新增疏港铁路运营里程 170 公里。发展以港口为枢纽的物流体系，开展冷链、汽车、化工等专业物流服务。强化港口物流信息化体系建设，完善大通关协作机制，提升航运集疏效率。强化珠三角航运聚集区功能，加强粤东、粤西港口与临港物流园的联动

发展。

本项目线路起于万顷沙站，终点站兴中站，经过广州市南沙区，中山市翠亨新区、火炬开发区、南朗镇、石岐街道、东区街道，实现广州至中山中心城区45分钟通达，打造湾区内部更高出行标准，对促进粤港澳大湾区协同发展、一体化进程具有重要意义。同时本线也实现中山市域主中心快速衔接，与中山城市轨道交通线网无缝衔接，满足中山内部轨道出行需求，支持中山空间结构发展。

综上所述，本项目与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》的相关要求是相符的。

6.2.6 与《广东省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

2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准《广东省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》（以下简称《十四五规划》），重点明确“十四五”时期（2021-2025年）广东经济社会发展的指导思想、基本原则、发展目标、发展要求，谋划重大战略，部署重大任务，并对2035年远景目标进行展望，是战略性、宏观性、政策性规划，是政府履行经济调节、市场监管、社会管理、公共服务和生态环境保护职能的重要依据，是未来五年广东省经济社会发展的宏伟蓝图和全省人民共同的行动纲领。

《十四五规划》要求，**建设现代化综合交通运输体系，完善便捷高效的区域交通网**。提升广州、深圳国际性综合交通枢纽竞争力，**统筹珠江口西岸综合交通枢纽规划布局，加快粤港澳大湾区城际铁路建设，打造“轨道上的大湾区”**，推进深中通道、狮子洋通道、黄茅海跨海通道、莲花山通道建设，构建以广佛—港深、广佛—澳珠以及珠江口跨江通道为主轴，覆盖中心城市、重要节点城市、主要城镇的大湾区城际快速交通网络。广州市是广东省省会、国家中心城市之一、国家历史文化名城、我国重要的国际商贸中心、对外交往中心和综合交通枢纽、南方国际航运中心。

本项目是粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。完善粤港澳大湾区城际线网，落实建设“轨道上的大湾区”；完善线网格局，实现互联互通规划；兼容湾区线网车辆制式，统一技术标准，实现公交化服务水平，与《广东省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》关于建设现代化

综合交通运输体系，完善便捷高效的区域交通网的规划要求相符合。

6.2.7 与《粤港澳大湾区发展规划纲要》、《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》的符合性

《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出大湾区要坚持极点带动、轴带支撑、辐射周边，推动大中小城市合理分工、功能互补，进一步提高区域发展协调性，促进城乡融合发展，构建结构科学、集约高效的大湾区空间发展格局。《纲要》提出大湾区要坚持极点带动、轴带支撑、辐射周边，推动大中小城市合理分工、功能互补，进一步提高区域发展协调性，促进城乡融合发展，构建结构科学、集约高效的大湾区空间发展格局。《纲要》提出要共建深圳前海、广州南沙、珠海横琴三大粤港澳合作发展平台，引领带动粤港澳全面合作。

根据《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》，粤港澳大湾区城际铁路规划方案包括大湾区对外铁路通道和大湾区内部城际铁路网两个层次，对外高铁通道形成“四向拓展”的对外高铁通道格局，内部形成“三极三轴放射”的城际铁路网格局。根据规划方案，北端佛肇、佛莞、莞惠城际，连接肇庆-佛山-广州-东莞-惠州；中部肇顺南城际、中南虎城际，连接肇庆-江门-佛山-中山-广州南沙-东莞；南部深珠、深惠城际，连接珠海-深圳-惠州。

本项目经过广州市南沙区，中山市翠亨新区、火炬开发区、南朗镇、石岐街道、东区街道，实现广州至中山中心城区 45 分钟通达，打造湾区内部更高出行标准，对促进粤港澳大湾区协同发展、一体化进程具有重要意义。同时本线也实现中山市域主中心快速衔接，与中山城市轨道交通线网无缝衔接，满足中山内部轨道出行需求，支持中山空间结构发展。本项目粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。完善粤港澳大湾区城际线网，落实建设“轨道上的大湾区”；完善线网格局，实现互联互通规划；兼容湾区线网车辆制式，统一技术标准，实现公交化服务水平。

因此，本项目用海与《粤港澳大湾区发展规划纲要》和《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》相符。

6.2.8 与《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》的符合性

《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》贯彻落实“一带一路”倡议、粤港澳大湾区建设等国家战略，坚持新发展理念，落实高质量发展要求，率先建立国土空间规划体系，优化国土空间开发保护格局，为广州增强粤港澳大湾区区域发展核心引擎功能，推动实现老城市新活力、四个出新出彩，着力建设国际大都市，焕发云山珠水吉祥花城的无穷魅力提供重要支撑，朝着建设美丽宜居花城、活力全球城市的目标奋进。

规划指出：推动粤港澳大湾区和全省更加平衡、协调发展。以南沙新区为先行区和示范区，基本实现与港澳经济体制、社会服务政策全面对接，引领粤港澳大湾区融合发展。与珠三角主要城市战略合作迈上新台阶，基本形成四面八方、四通八达的区域协调发展格局。

构建极点带动、轴带支撑网络化空间格局引领带动全省“一核一带一区”协调发展新格局；推进穗港澳深度合作；打造南沙粤港澳全面合作示范区；围绕广州与周边城市融合发展，共建广州大都市圈；加快广佛同城化，共建粤港澳大湾区核心极点；推进基础设施互联互通，形成轴带支撑。

本项目的功能定位为兼顾都市圈快线、市域快线功能的城际铁路，促进湾区融合，增强广州都市圈、珠江口都市圈融合，实现中山市中心至广州中心 45 分钟通勤目标，打造大湾区跨城间公交化公共交通出行，支持南沙新区、中山城市发展。项目用海与《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》相符。

6.2.9 与《中山市国土空间总体规划（2020-2035）》的符合性

按照自然资源部关于开展国土空间规划先行先试的要求，中山市组织开展《中山市国土空间总体规划（2020-2035 年）》编制工作，其初步成果如下。

总体定位：珠江东西两岸融合发展支撑点；沿海经济带枢纽城市；粤港澳大湾区重要一极。

开发格局：构建“一轴两带双核多组团”的“H”型国土开发格局。以中江高速、南中高速、中开高速和世纪大道、火炬快线、翠亨快线等东西向通道为支撑，打造贯通主城区与岐江新城、火炬开发区、翠亨新区等重要平台，串联西部优势产业升级带和东部环湾创新发展带“两带”的城市发展主轴，带动形成全市

域对接深圳“西协”战略，高水平打造深圳-中山产业拓展走廊和深圳-中山创新轴的“主动脉”。

做强做优西部优势产业升级带。以广珠西线高速、105国道、古神公路、西部外环高速等为支撑，充分发挥沿线专业镇特色产业集群优势，推动家电、五金、灯饰等传统优势产业价值链延伸和智能化升级，推动智能装备等先进制造业发展，共建珠江口西岸高端产业集聚发展区。两核强调区域服务功能，为区域服务中心。翠亨新区：打造中山参与大湾区建设主阵地，建设国际化、现代化、创新型城市新中心。岐江新城：实施“强心”战略，立足于国际型服务中枢、创智型总部基地、生态型文化新城的功能定位，将岐江新城打造中山城市新客厅。

做优做实“组团式”区域空间统筹格局：构建“1+2+3”市域组团格局“1”即中心城区，“2”即火炬区(新)与翠亨新区，“3”即西部组团、南部组团与北部组团。

本项目的功能定位为兼顾都市圈快线、市域快线功能的城际铁路，促进湾区融合，增强广州都市圈、珠江口都市圈融合，实现中山市中心至广州中心45分钟通勤目标，打造大湾区跨城间公交化公共交通出行，支持南沙新区、中山城市发展。本项目粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。完善粤港澳大湾区城际线网，落实建设“轨道上的大湾区”；完善线网格局，实现互联互通规划；兼容湾区线网车辆制式，统一技术标准，实现公交化服务水平。因此，本项目建设与《中山市国土空间总体规划（2020-2035）》的精神相符。

6.2.10 与“三线一单”生态环境分区管控方案的符合性

(1) 广州市“三线一单”生态环境分区管控

根据《广州市人民政府关于印发广州市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（穗府规[2021]4号），全市共划定环境管控单元253个，其中陆域环境管控单元237个，海域环境管控单元16个。

其中，海域环境管控单元中优先保护单元9个，为海洋生态保护红线；重点管控单元7个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、游憩资源的海域和现状劣四类海水海域。

本项目用海位于HY44000020002（伶仃洋保留区-劣四类海域），该海域属于近岸海域重点管控单元。项目用海与该重点管控单元的符合性分析详见表

6.2-3. 总体来说，项目用海符合广州市“三线一单”生态环境分区管控要求。

表 6.2-3 本项目与广州市“三线一单”环境管控单元符合性分析

序号	管控要求	管控要求	本项目相符性分析	相符性
HY44000020002（伶仃洋保留区-劣四类海域）				
1	区域布局管控	1-1.严格限制开展显著改变海域自然属性的用海活动，确需开发利用的应通过科学规划和严格论证，开发利用活动不得影响毗邻海域用海功能，不得影响防洪纳潮功能。	本项目涉海工程采用盾构海底隧道形式进行施工，不改变海域自然属性；施工期和运营期不会对海洋水环境和沉积物以及生物环境的造成影响，不影响海域基本功能，不影响防洪纳潮功能。	符合
2	能源资源利用量	2-1.在功能明确以前，现有的合理海洋开发利用活动予以保留，开展海洋环境治理，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。	本项目涉海工程采用盾构海底隧道形式进行施工，施工期废水全部回用不外排，运营期无废水产生，施工期弃土委外处理，不外排。施工期和运营期基本不会对海洋水质、沉积物和生物质量造成影响。	符合
3	污染物排放管控	3-1 向海域排放陆源污染物的单位，应严格执行国家和地方相关规定要求。	本项目涉海工程采用盾构海底隧道形式进行施工，施工期废水全部回用不外排，运营期无废水产生，施工期弃土委外处理，不外排。	符合
4	环境风险防控	4-1 沿海港口、码头、装卸站、船舶修造厂配套废油等危险废物规范化贮存设施，实现船舶危险废物规范化处置。 4-2.完善陆域环境风险源和海上溢油及危险化学品泄漏对近岸海域影响的应急方案，完善风险防控措施，定期开展应急演练。	本项目涉海工程为海底隧道，不涉及船舶，无船舶危险废物。本项目应制定环境风险防控措施，拟定期开展应急演练。	符合

（2）中山市“三线一单”生态环境分区管控

根据《中山市人民政府关于印发中山市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（中府[2021]63号），全市共划定海域环境管控单元8个。其中，优先保护单元5个，面积65.29平方公里，占全市海洋功能区划面积的40.90%，为海洋生态保护红线；重点管控单元3个，面积94.34平方公里，占全市海洋功能区划面积的59.10%，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源的海域和现状海水水质为劣四类的海域。

本项目用海位于HY44200020001（横门岛港口航运区重点管控单元）和HY44200010004（中山市红树林优先保护单元）。项目用海与这两个单元的符合性分析详见表6.2-4。总体来说，项目用海符合中山市“三线一单”生态环境分

区管控要求。

表 6.2-4 本项目与中山市“三线一单”环境管控单元符合性分析

序号	管控要求	管控要求	本项目相符性分析	相符性
HY44200020001（横门岛港口航运区重点管控单元）				
1	区域布局管控	<p>1-1.禁止改变自然属性的用海，通过论证合理安排相关项目用海。</p> <p>1-2.提高涉海项目环境准入门槛，从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。</p> <p>1-3.依法淘汰沿海地区污染物排放不达标或超过总量控制要求的产能。</p> <p>1-4.横门口严格保护岸段，按生态保护红线有关要求管理，禁止构建永久性建筑物、围填海、开采海沙、设置排污口等损害地形地貌和生态环境的活动。</p>	<p>本项目涉海工程采用盾构海底隧道形式，不改变海域自然属性；本项目为城际轨道建设，不属于“两高一资”产业；本项目涉海工程污染物妥善处理，不存在污染物排放不达标或超过总量控制要求等情况；本项目涉海工程采用盾构海底隧道形式进行施工，距离海床表面仍有一定距离，海面无构筑物等，用海基本不会对地形地貌和生态环境产生不良影响。</p>	符合
2	能源资源利用量	<p>2-1.节约集约用海，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。</p> <p>2-2.优化提升锚地用海效率。</p> <p>2-3.合理配置和统筹规划岸线资源。</p>	<p>本项目工程线路进行了多次比选，项目用海采用盾构海底隧道形式，体现了节约集约用海和提高海域空间资源的原则；本项目用海为海底隧道，不影响锚地用海，不直接占用岸线。</p>	符合
3	污染物排放管控	<p>3-1.加强横门岛及南朗镇排污口的整治，废污水达标排海（执行海水水质第四类标准、海洋沉积物和海洋生物第二类质量）。</p> <p>3-2.禁止船舶在港区排放油污水。</p> <p>3-3.严格落实排污许可管理要求，加强排污许可证实施监管，督促企业采取有效措施控制污染物排放，确保不超过排污许可证规定的许可排放量要求。</p> <p>3-4.增强船舶港口油污水接收处理能力，全面减少排海污染量。加强船舶污染物接收处理设施建设，具有达标污水处理设施的大中型船只必须实施船舶污水达标排放，小型船只的污染物必须送岸上统一处理，依法依规强制报废超过使用年限的船舶。</p>	<p>本项目涉海工程施工期废水经处理后全部回用，不外排，运营期不产生废水，基本不会对海域环境造成影响。</p> <p>本项目涉海工程为隧道工程，不涉及船舶排污；</p>	符合
4	环境风险防控	<p>4-1.制定和完善应急预案，健全应急响应机制，有效化解陆域环境风险源、海上溢油及危险化学品泄漏、海洋环境灾害等对近岸海域的生态环境影响。</p> <p>4-2.装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。</p>	<p>本项目涉海工程为海底隧道，不涉及船舶，无船舶危险废物。本项目应制定环境风险防控措施，拟定期开展应急演练。</p>	符合

序号	管控要求	管控要求	本项目相符性分析	相符性
HY44200010004（中山市红树林优先保护单元）				
1	区域布局管控	1-1.维护海洋生态系统健康和安 全，严格执行海洋生态红线管 控要求。1-2.禁止毁损领海基 点标志，鼓励主权权益设施建 设以及以海岸线保护为重点的 海洋自然保护区建设。1-3.加 强红树林区域的执法监督，防 止破坏红树林，禁止在红树林 及周边区域围堤造田或挖虾池 ，禁止对红树林区域生物资源 的过度采捕，禁止在红树林区 域新增排污口，清理整顿原有 排污口，禁止在红树林区域倾 倒垃圾等废物，定期清理海漂 垃圾，开展生态养殖。1-4.加 大对滨海湿地的保护与修复。 控制入海污染物排放，保证达 标排放，减少直排，杜绝偷排 ，为湿地生态系统营造良好的 生境条件。	本项目涉海工程采用盾构海底 隧道形式进行施工，隧道上方 分布有红树林，但隧道顶部距 离海床仍有一定距离，基本不 会对水面的红树林生长产生不 良影响。施工期废水全部回用 不外排，运营期无废水产生。 施工期弃土委外处理，不外排 ，不向环境中排放污染物，项 目用海施工期和运营期基本不 会对海洋水质、沉积物和生物 质量造成影响，不影响红树林 所在海域生态环境。	符合
2	能源资源利用量	/	/	/
3	污染物排放管控	/	/	/
4	环境风险防控	/	/	/

综上所述，本项目用海符合《全国海洋主体功能区规划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海洋生态红线》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省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》《粤港澳大湾区发展规划纲要》《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》《中山市国土空间总体规划（2020-2035）》《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》和《中山市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

7.项目用海合理性分析

7.1 用海选址（线）合理性分析

（1）规划符合性总体判断

根据区域规划强度及发展现状，马鞍岛作为中山市规划城市新主中心，其规划强度高，现状建设基本成形，地下敷设与周边多处在建小区、学校、智能产业园的发展更为匹配。

（2）主要路由分析

根据马鞍岛规划道路及现状，在茅龙水道以西南北向共两条主要道路走廊，分别为翠城道（80m）、翠澜道（42m），其中翠澜道更加靠近马鞍岛发展主轴，周边建设以制造园、居住小区为主，翠城道周边建设以制造园区为主，从规划功能、客流吸引角度，本线走行于翠澜道更为合理，但该道路红线宽度仅42m，结合周边已建成小区的情况，不具备采用高架敷设的条件，因此该段线路如果采用地下敷设，推荐走行于翠澜道；如采用高架敷设，推荐走行于翠城道。

（3）平纵断面总体方案分析

该段线路敷设方式对跨海两侧敷设方式、马鞍岛站（下阶段建设站点）、翠亨新区站（下阶段建设站点）敷设影响大，主要原因为：香山站向北、向西分别涉及横门东水道及横门西水道，如香山站高架车站形式，跨越横门水道、东水道前，已不具备下地并采用盾构法穿越水道的条件；同时参考深中通道、中开高速跨海段通航要求，线路跨越洪奇沥水道段净空为53m、跨越横门西水道段净空为18m，在采用跨江至十六涌后，十六涌同需建设为高架站；香山站向南需上跨深中通道，跨越深中通道后，马鞍岛站受联络线及跨越深中通道标高的限制，已经不具备采用地面站、地下站敷设的条件，马鞍岛站只能采用高架敷设，受马鞍岛站高架设站限制，翠亨新区站同样需要采用高架线路敷设。

综上，本段敷设方式比选范围为翠亨新区站北侧至十六涌站东侧、大尖峰山。



图 7.1-1 涉海段比选方案示意图

(4) 纵断面方案

方案一：地下方案

该方案采用盾构法穿越横门东水道，线路在保持一倍盾构直径覆土的情况下，考虑 3m 冲刷深度，线路纵断面均为缓坡，线路平面及纵断面如下图所示。

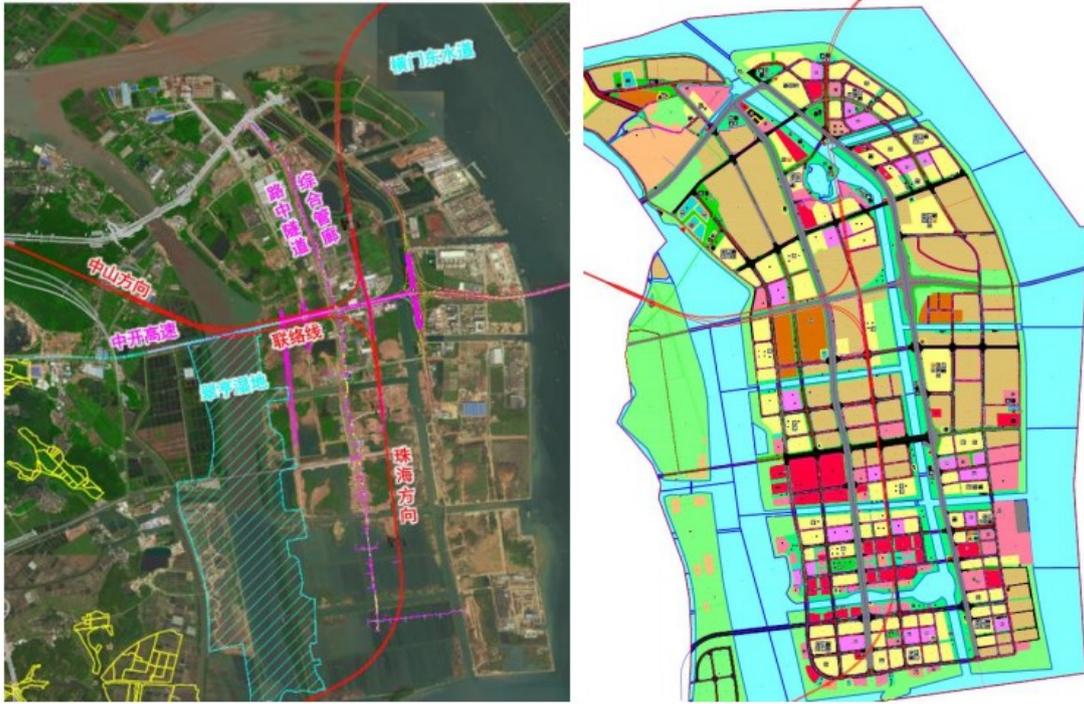


图 7.1-2 方案一线路示意图

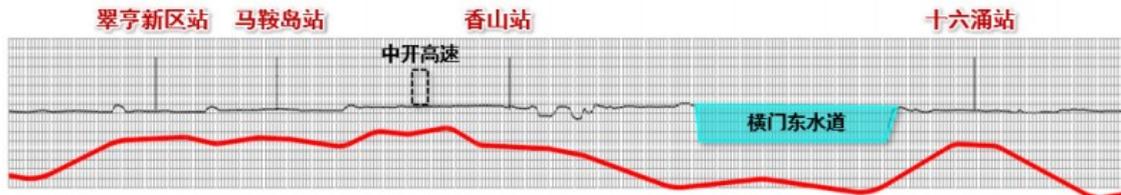


图 7.1-3a 跨海段示意图（1）

中山方向香山站同为地下车站，考虑到本线与珠海方向需要完成立交，随后穿越横门水道段受本身技术标准限制只能采用地下敷设方式跨海，如下图所示。

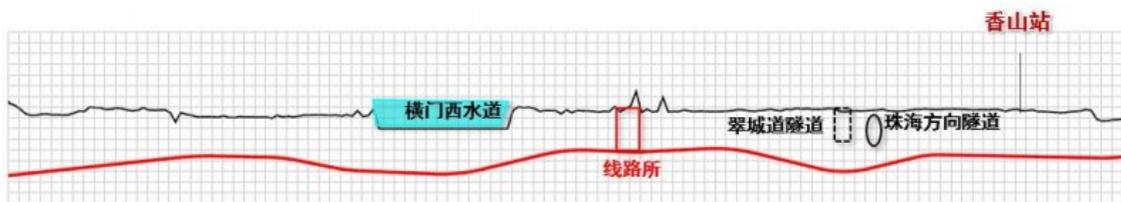


图 7.1-3b 跨海段示意图（2）

该方案对地块切割较少，除联络线及中山方向在直角弯段下穿地块外，区间基本均位于道路红线内敷设，且地下敷设与沿线规划用地性质基本符合，无明显控制因素，区间采用盾构法下穿优威科技园厂房，联络线下穿印刷公司等。

方案二：高架方案

该方案采用高架方式跨越横门东水道，跨海采用 53m 高、200m 跨净空斜拉桥，进入马鞍岛后，考虑到马鞍岛翠澜道道路红线仅 36m 宽，不具备采用高架

敷设，因此平面调整至翠城道敷设，翠城道红线宽 80m，两侧有 20m 绿地，但目前道路红线内已经建设综合管廊，宽约 12m，路中有部分下穿隧道，该段线路基本走行于道路一侧，且受跨海敷设方式影响，香山站只能采用高架站。

该方案香山站为高架车站，中山方向出站也采用高架敷设方式，上跨深中通道后向西敷设。

该方案线路沿线用地以居住用地为主，采用高架敷设难度较大，平面沿线主要受综合管廊及在建路中下穿隧道限制，只能走行于道路西侧，该处为主支线交叉点，线间距为 36.2m，区间侵入地块内，沿线地块已经出入并且在建，实施难度巨大

根据上述分析，得出以下以上综合比选表。

表 7.1-1 选线方案综合比选表

项目	地下跨海方案	高架跨海方案
规划支持	片区定位为中山市中心城区，地下方案与规划匹配性高	高架方案与规划定位匹配性差
道路条件	线路除下穿地块外，均位于道路红线内部	道路红线仅 30m 宽，高架方案红线宽度略窄
工程实施	工程实施难度较小	线路穿越地块段需要拆迁厂房
风雨天气对运营影响	无影响	风雨天气需要进行减速及停运，但结合广珠城际及台风天气统计，停运频次较低，影响有限
工程费用+拆迁估算	85.46 亿元	83.6 亿元
是否推荐	是	否

综上，该段线路位于中山市市域主中心马鞍岛内，采用地下敷设与马鞍岛用地及城市设计相匹配，可实施性好；高架敷设方式对用地切割严重，且道路红线宽度较窄、引起大面积拆迁，虽然采用高架敷设可节约大量资金，但其与规划符合性、实施难度、景观影响等问题较多，可实施性较差，推荐该段线路采用地下敷设方式，则涉海段采用地下敷设方式。

综上所述，项目选线方案合理。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性分析

7.2.1.1 用海方式对维护海域基本功能合理性分析

本项目所在海域为《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中的“横门岛港口航运区”和“伶仃洋保留区”。

本工程用海方式为海底隧道，工作井均位于陆域，而过海盾构海底隧道位于海底，整个施工过程位于陆域、海底，不扰动海床表面，项目建成后海上无永久性改变水体运动状态的构筑物，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离，拟建工程符合功能区的海域使用管理要求，工程建成后能够达到该功能区的海洋环境保护要求。因此，本项目采用海底隧道用海方式能够维护海域的基本功能。

7.2.1.2 用海方式对减少对水文动力环境、冲淤环境的影响合理性分析

本工程穿越海域的建设内容为过海盾构海底隧道。工作井均位于陆域，而过海盾构海底隧道位于海底，整个施工过程位于陆域、海底，不扰动海床表面。项目建成后，海上无永久性改变水体运动状态的构筑物。因此，本项目的施工期和营运期，均不改变项目所在海域水体的流态，对水体的流速、流向无影响，也不影响该区潮位的自然变化特征和水体交换特征。因此，本项目用海方式对水动力环境、地形地貌与冲淤环境基本无影响。

7.2.1.3 用海方式对保持自然岸线和海域自然属性合理性分析

本项目海底隧道将永久性占用海域底部一定空间资源，限制了其他的海洋开发活动，但对海域空间资源的其他开发活动不具有完全排他性。本项目位于海床之下一定距离，项目用海不占用岸线，其用海方式是最大限度地维护了海域自然属性。

7.2.1.4 用海方式对于保护和保全区域海洋生态系统合理性分析

本项目用海的实施位于离海底表面的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法。海洋生物的分布范围主要在水层中和50cm以浅的海底沉积物内，因此盾构法施工及后续运行在正常情况下不会对海洋生物产生直接的影响。因此，本项目

对海洋生态环境和资源影响相对较小。因此，项目用海能够保持区域海洋生态的平衡。

7.2.1.5 用海方式对于周边其他用海活动适应性分析

本项目下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）工程，两个项目在垂直投影上存在重叠，但物理空间上无冲突。过江隧道项目穿越河堤、海堤，工程上较为常见。由于本项目为地下工程，堤坝项目对沉降和基础稳定性有一定要求，且两个项目均待实施，建议两个项目业主单位应就工程基础安全和施工时序开展协商，确保安全稳定。本项目用海方式与周边其他用海活动具有可协调性。因此，项目用海方式与周边海域开发活动相适应。

7.2.2 平面布置合理性分析

7.2.2.1 平面布置体现集约、节约用海的原则

本项目为海底隧道，已最大可能地减少海面用海面积，体现了集约、节约用海的原则。

7.2.2.2 平面布置与水文动力和冲淤环境的关系

本项目跨海采用海底隧道形式，对水文动力环境和冲淤环境基本不产生影响。项目已最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.2.3 平面布置与生态环境保护的关系

本项目涉海工程布置在水道海床面之下，对海面上的海洋生态红线区和沿岸红树林基本无影响。可见，项目平面布置与生态环境保护无冲突，有利于降低对生态环境的影响。

7.2.2.4 平面布置与周边用海活动的适应性

本项目下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）工程，两个项目在垂直投影上存在重叠，但物理空间上无冲突。过江隧道项目穿越河堤、海堤，工程上较为常见。在充分协调的基础上，项目用海平面布置与周边用海具有协调性。

7.3 用海面积合理性分析

项目拟申请用海总面积为 10.9805 公顷，均为海底隧道用海。项目用海不占用岸线。

7.3.1 用海面积合理性分析

7.3.1.1 项目用海面积符合项目用海需求

项目的用海面积既要考虑项目的实际用海需求，同时也要按照《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)来确定其用海范围。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)，隧道主体及其海底附属设施的外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。同时，项目用海面积与周边用海实际情况密切相关，本项目用海外扩 10m 后与已确权的用海项目垂直投影重叠，该重叠部分不再申请用海面积。

综上，在满足隧道实际用海及符合规范的前提下，项目用海面积不存在减少的空间。

7.3.1.2 项目用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范

本项目设计各项技术指标严格按照国家和地方等现行有关行业标准。本项目在工程可行性研究阶段，设计是严格根据《城际铁路设计规范》(TB10623-2014)、《铁路线路设计规范》(TB10098-2017)等现行有关行业标准，确定了各项技术指标的。设计中同时考虑国家通用规范、行业规范对本工程进行论证分析，确保结构安全、经济、适用并满足安全性等要求。因此，项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范。

7.3.1.3 项目占用岸线的合理性分析

本项目为海底隧道用海，项目用海不占用岸线。

7.3.2 宗海图绘制

7.3.2.1 宗海位置图

本项目宗海位置图是以广东省基础地理矢量数据符号化成图底图(比例尺 1:150000，高斯-克吕格投影，中央经度 113°30'E)，根据界定的宗海范围，添加

《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）上要求的其他海籍要素，规范图框和文字等的格式，形成该项目宗海位置图，详见图 7.3-1。

7.3.2.2 宗海平面图

本项目宗海平面图是以广东省基础地理矢量数据符号化成图为底图（比例尺 1:50000，高斯-克吕格投影，中央经度 113°30'E），根据界定的宗海范围，添加《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）上要求的其他海籍要素，规范图框和文字等的格式，形成该项目宗海平面图，详见图 7.3-2。

7.3.2.3 宗海界址图

本项目宗海界址图是以工程范围内实测地形图和工程总平面布置图为底图，首先根据总平面布置、水工结构剖面图和立面图等，获取项目各用海单元外缘线；结合项目所在海域周边已确权用海情况，本项目拟建工程用海单元与已确权的用海项目存在垂直投影重叠，一处为本项目隧道工程用海在洪奇沥水道段用海与已确权水利工程用海存在部分重叠，另一处为本项目隧道工程用海在横门水道南支段外扩 10m 后与已确权桥梁工程用海外扩存在部分重叠，根据实际情况两处重叠部分不申请用海。

根据海底隧道平面布置的具体位置分别获取各界址点，通过现场测量项目区域控制点坐标进行校核，得出各界址点的 CGCS2000 坐标。本项目宗海界址图采用 CGCS2000 坐标系、1985 国家高程基准、投影方式为高斯-克吕格投影、中央经线 113°30'E，最后添加《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）上要求的其他海籍要素，规范图框和文字等的格式，形成大比例尺的宗海界址图，详见图 7.3-3。

7.3.3 项目用海面积量算

（1）宗海界址点的确定

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本项目用海界定为：隧道主体及其海底附属设施的外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。同时，项目用海面积与周边用海实际情况密切相关，本项目用海范围与已确权的项目用海垂直投影重叠，该重叠部分不再申请用海，依此确定本项目海底隧道用海的界址范围。

其中界址点 a1-a2-.....-a33-a1 围成的区域为洪奇沥水道海底隧道用海范围；
界址点 b1-b2-.....-b12-b1 围成的区域为横门水道南支海底隧道用海范围。

本项目界址点坐标见表 7.3-1。

表 7.3-1 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程宗海界址点

序号	顶点坐标（CGCS2000）	
	北纬	东经
a1		
a2		
a3		
a4		
a5		
a6		
a7		
a8		
a9		
a10		
a11		
a12		
a13		
a14		
a15		
a16		
a17		
a18		
a19		
a20		
a21		
a22		
a23		
a24		
a25		
a26		
a27		
a28		
a29		
a30		
a31		
a32		
a33		
b1		
b2		
b3		
b4		
b5		
b6		

b7			
b8			
b9			
b10			
b11			
b12			

（2）用海面积的量算

项目用海面积是根据以上宗海界址点确定后形成的封闭区域计算出来的。

按照《海域使用面积测量技术规范》，本项目拟申请用海根据坐标解析法进行面积计算，即利用已有各点平面坐标计算面积。面积核算采用 AUTOCAD 软件对各用海单元形成的封闭区域进行面积查询，得出申请用海总面积为 10.9805 公顷，均为海底隧道用海，其中洪奇沥水道海底隧道用海面积 8.3571 公顷，横门水道南支海底隧道用海面积 2.6234 公顷。

因此，本项目界址点的确定和用海面积的量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，项目的用海面积是合理的。

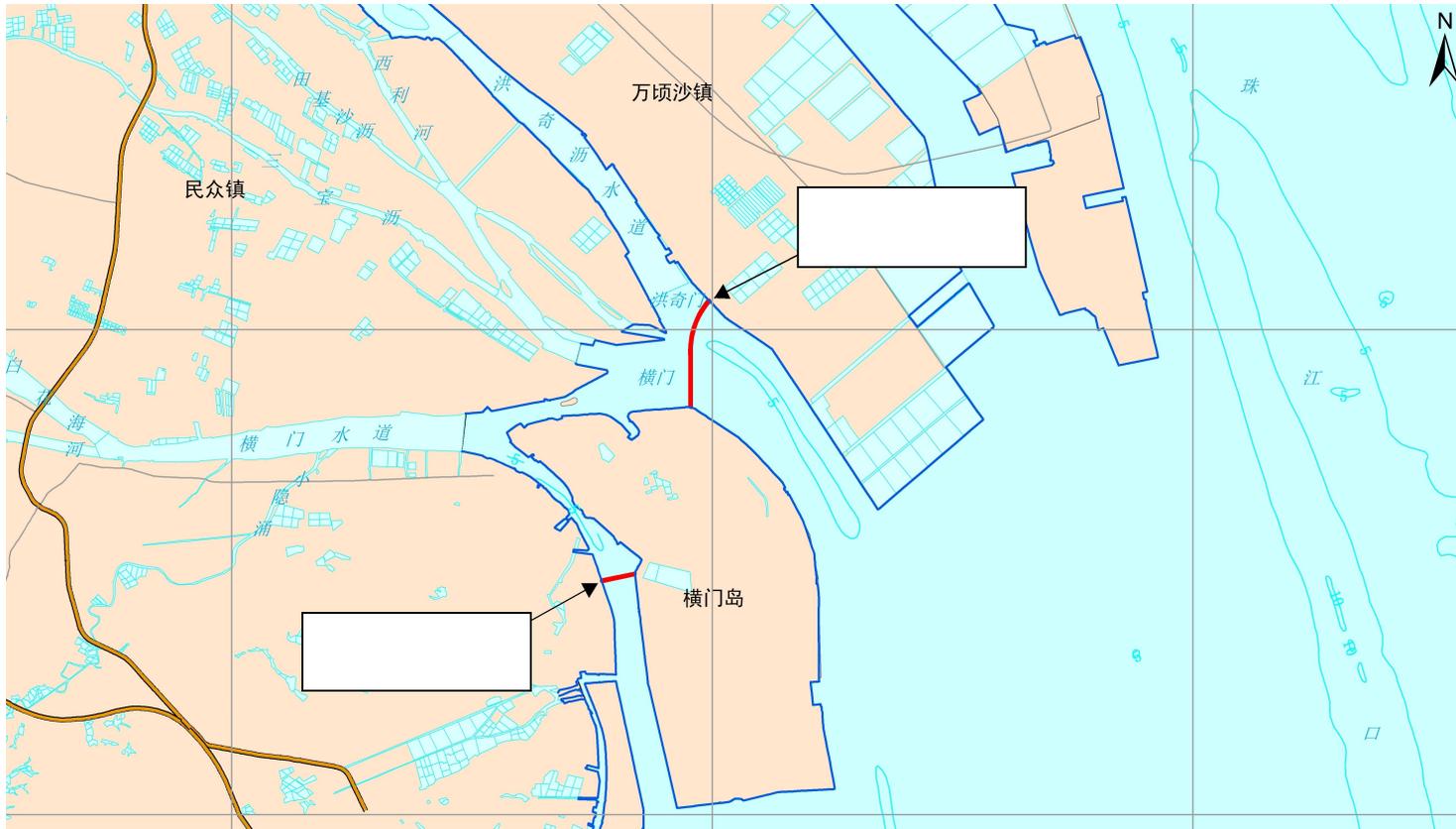


图 7.3-1 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程宗海位置图



图 7.3-2 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程宗海平面图

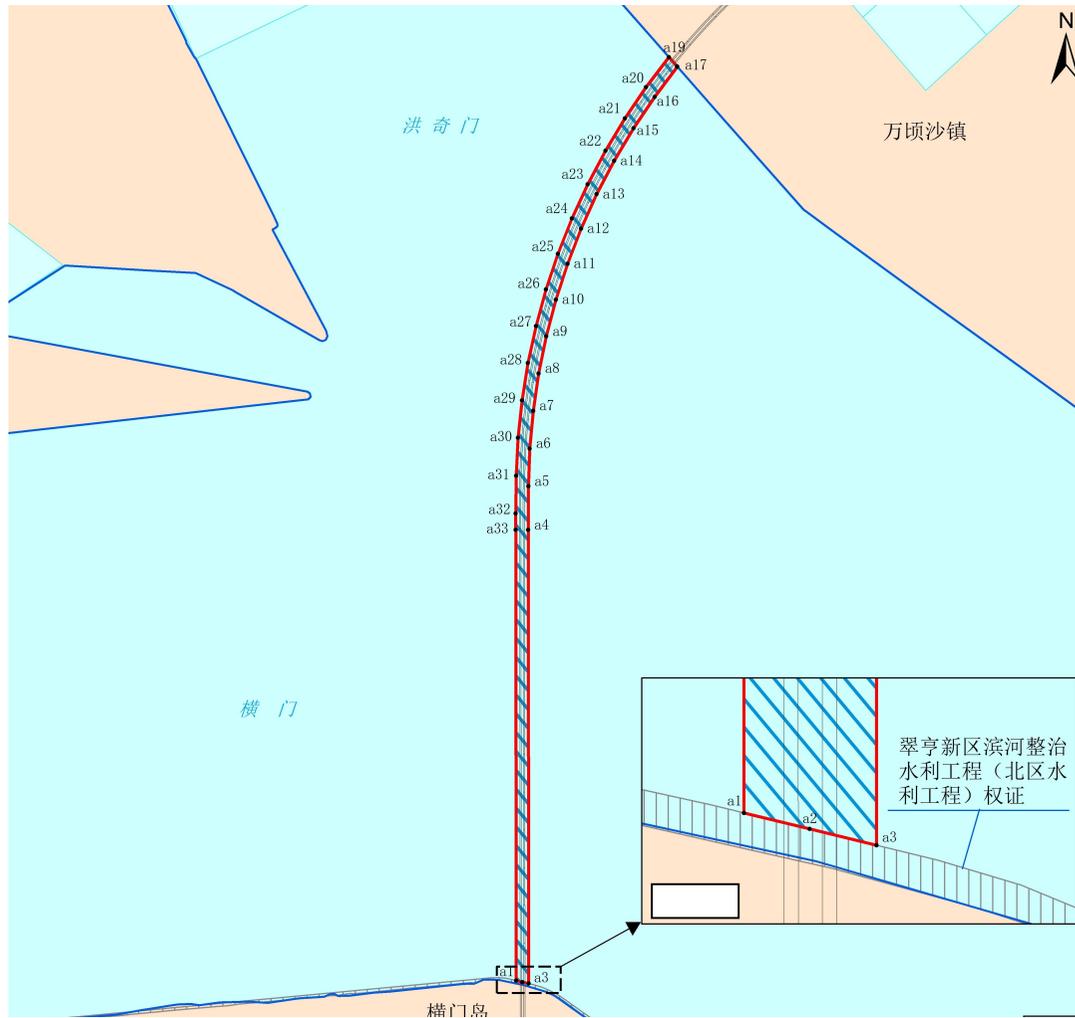


图 7.3-3a 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程（洪奇沥水道海底隧道）宗海界址图

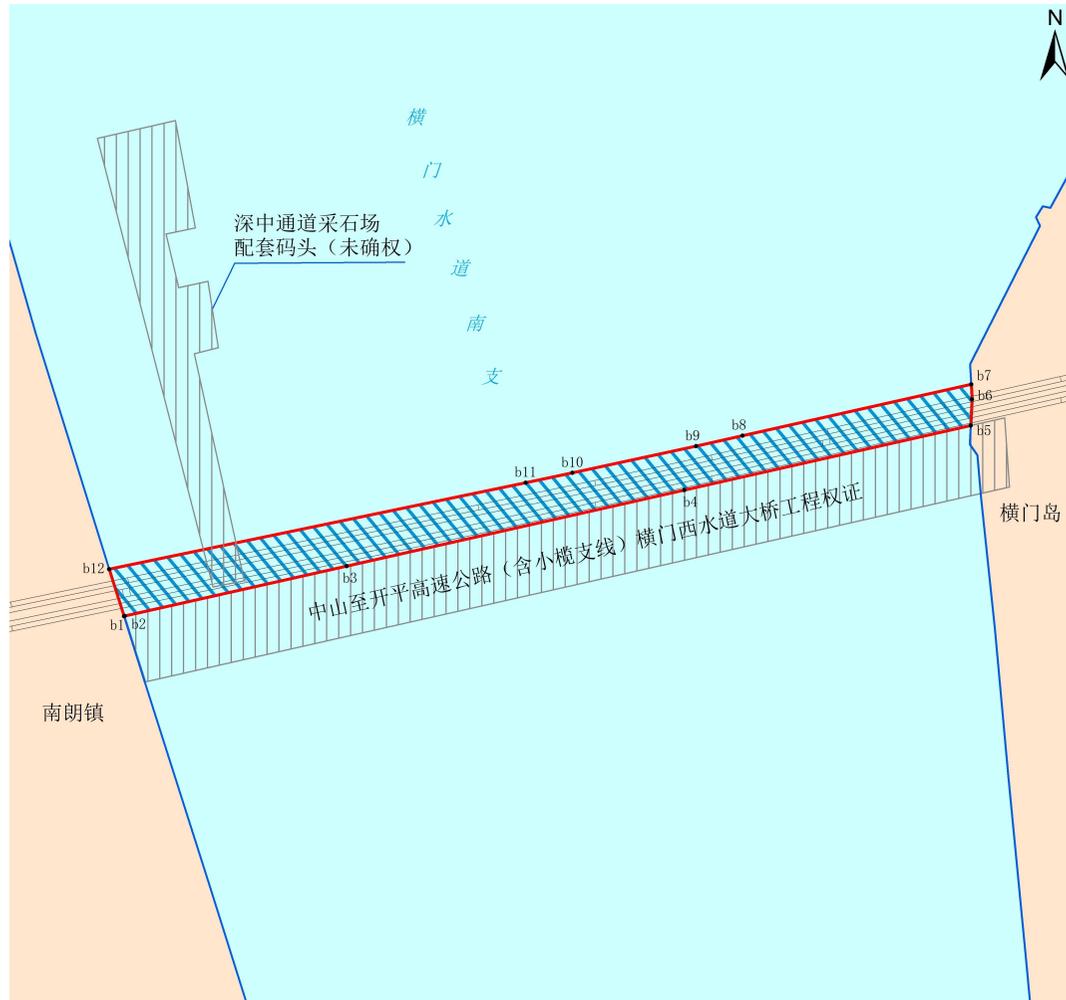


图 7.3-3b 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程（横门水道南支海底隧道）宗海界址图

7.4 用海期限合理性分析

项目用海期限主要考虑建筑物的设计使用年限，并按照《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。

本工程海底隧道的设计服务年限不小于 50 年，本项目申请用海 50 年，符合《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：……港口、修造船厂等建设工程用海五十年……”中对建设工程用海最高用海期限 50 年的规定。

综上所述，本项目申请用海期限符合《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，用海期限为 50 年是合理的。

8. 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，国家实行海洋功能区划制度，海域使用必须符合海洋功能区划。海洋功能区划是海域使用的基本依据，海域使用权人不能擅自改变经批准的海域位置、海域用途、面积和使用期限。海洋产业的发展必须符合海洋功能区划和海域开发利用与保护总体规划的要求，以保护海洋资源和海洋环境为前提，按照中央和省的有关法律、法规和政策开发利用海洋，对违反规定造成海洋污染和破坏生态环境的行为，应追究法律责任，海洋开发活动要实施综合管理，统筹规划，海洋资源的开发不得破坏海洋生态平衡。

海洋功能区划管理，是指在海域使用过程中，依据本地区海洋功能区划管理的具体要求，在海洋功能区监测和评估基础上，开展有针对性的海洋功能区维护活动，使项目用海毗邻海域的海洋功能长期保持健全状态。海洋功能区划管理的范围，既包括项目用海所在海洋功能区，也包括受项目用海影响的毗邻海洋功能区。海洋功能区划的管理，要注意功能区的兼容性和排他性，注意功能区自然属性的维护、功能区环境质量的维护以及毗邻功能区的保护。

根据本地区海洋功能区划管理的具体要求，针对本项目用海的海域利用形式与作业方式，制定本项目用海实施后海洋功能区的管理重点和要求。海洋功能区划管理的对策分析，主要分为以下三个主要方面。

（1）海洋功能区监控重点分析

首先，在现行的海域用途与作业方式条件下，以保持项目用海附近海域海洋功能的健全为目标，从海洋功能区自然属性角度，结合海洋功能区指标体系，用定性和定量指标方式，分析海洋功能区所应具备的必要条件和关键性指标的水平，如应具备的生态条件、海水动力条件、水深条件、水质条件、底质条件、交通条件及应达到的指标水平等。

其次，在项目用海与海洋功能区划协调性分析基础上，详细分析项目用海对海洋功能区的潜在影响，从中明确那些容易受项目用海影响而发生变迁、对发挥海域的海洋功能有重要作用的因素，作为海洋功能区的监控重点，确定需要重点监测的关键指标。在该项目用海中，我们可以看到项目对周边海域的影响在生态环境、海水动力环境、水深、水质、底质等方面均有体现，而生态环境和水质是

发挥该海域的海洋功能重要作用的因素，应作为海洋功能区的监控重点。

（2）海洋功能区监测与评价

项目用海从无到有的时间尺度相对较短，对海域自然资源和环境条件的影响在时间上比较集中，甚至非常剧烈，项目用海对海洋功能的影响，是海洋功能区管理应考虑的主要因素。

在制定海洋功能区监测与评价方面的对策时，首先要根据海洋功能区管理指标分析结果，确定项目用海实施期间，开展海洋功能区监测的具体要求，包括监测指标的具体内涵与标准，监测点空间布局与监测周期、监测程序、方法与管理要求等。其次，要结合海洋功能区的监测要求，制定其评价要求，包括评价指标的构成及不同水平所代表的含义、评价采用的方法、评价周期、评价工作最终需要得出的结论与建议等。

（3）海洋功能区维护

项目用海以海域为载体，海洋资源的开发利用对海域自然资源和环境条件的影响是客观存在的，只不过由于利用形式与作业方式的不同，这种影响表现出的程度不尽相同。海洋功能区的维护，就是在项目用海实施期间，对照海洋功能区关键性指标要求，根据海洋功能区监测与评价结果，有针对性地调整海域的利用形式和作业方式，以达到消减项目用海对海域自然资源和环境条件的影响、维护海洋功能健全的目的。

海洋功能区的维护包括功能区自然属性维护、功能区质量维护和对毗邻功能区的保护与培育等三方面内容。

海洋功能区维护的对策，首先要落实在各种防范措施的制定与实施上。要求根据环境影响评价，项目用海与海洋功能区协调分析，以及海洋功能区关键性指标分析，在项目用海实施前，制定各种防范措施，在项目用海过程中，避免采用可能严重损毁海洋功能的开发利用方式。其次，要落实在各种调整措施的制定与实施上。要求在项目用海过程中，根据功能区监测与评价结果，针对海洋功能损毁的成因及趋势，对海洋开发利用方式进行适当调整，修复并维护应有的海洋功能。再次，要落实在终止措施的制定与实施上。要求在项目用海过程中，如遇海洋功能遭受严重损毁，且无有效的修复办法等评价结论，应妥善终止项目用海。最后，本项目所在海域的海洋功能区划为伶仃洋保留区和横门岛港口航运区，项目用海基本不影响该功能区的基本功能，对周围的海洋功能区影响较小。

8.2 开发协调对策措施

根据项目论证范围内的海域开发活动现状，以及项目对周边海域开发利用活动的影响分析，本项目的利益相关者为中山翠亨新区工程项目建设事务中心（广东中山翠亨国家湿地公园管护中心）、中电建（广东）中开高速公路有限公司和保利长大工程有限公司。建设单位应协调工程基础安全问题，使用时间问题，并取得支持性意见。

此外，还需协调的管理部门包括航道管理部门和林业部门等。本项目海底隧道下穿航道和沿岸部分红树林，项目用海采用盾构施工方式，对海域通航和沿岸红树林生长影响甚微，但为确保航道规划和红树林得到有效保护，建议建设单位征求航道管理部门和林业部门意见。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 风险规避基本对策

（1）建立健全完善的隧道管理机构，加强运营期的管理

由于隧道的特殊性，加之其机电设备系统的技术先进性和复杂性，确立何种隧道运营管理体系，是保障通道安全畅通的关键。针对本项目所具有的复杂性、先进性、探索性给运营期管理带来的风险，可采取以下对策：

①建立健全完善的通道管理机构及严格的管理制度

应设立专业的管理机构（如土建、监控、机电设施维修、消防及救援等），负责隧道管理及养护工作。管理人员应经过专门培训并熟练掌握自己的业务技能，并且要具备相应的应变能力和处理突发事件的能力。一旦发生突发事故时，各专业管理机构应联动紧急救援。

②采用现代化的管理手段和科学的管理方法

配备相当规模的自动化监控系统，采用现代化、智能化管理手段，为提高本项目的管理水平提供技术保障；运用现代科技管理方法，降低事故发生率。监控系统利用中心计算机处理自动采集到的数据，这些数据的科学性和可信度很高，经分析可以了解掌握隧道运营状况的一般规律，从而为隧道预防性养护管理提供科学依据，提高养护管理水平。

③建立完善的灾害应急救援联动方案

为了减少火灾或其它交通事故的危害，尽可能使各种损失降到最低限度，应针对隧道内可能出现的火灾和交通事故，不仅要有现代化的应急设施，还要制订切实可行的联动预案。平时应加强专业管理人员的演练，提高快速反应能力，提高救援服务水平，加强对使用者的教育，提高使用者的自救能力。

（2）加强隧道的工程地质和水文地质勘探工作

掌握详细的工程地质和水文地质资料，减少施工中可能出现的地质灾害。

（3）加强机电工程的设计、施工规范和设备选型指南的研究

目前由于没有一个完善的道路隧道机电工程设计及施工的规范可依据。监控方案设计方面设计方法、设计规模等的确定没有现存的规范；设备选型方面，没有统一的技术要求和产品指南等；因此针对上述问题尚需进行相关的专题研究，以便为设计和施工提供合理、可靠、经济的依据。

（4）在设计、施工、采购等各个环节按照国家工程招标的规定尽最大可能优化方案、实行招投标，以确保该项目的工程质量和运营安全。

无论是设计、施工还是设备采购都关系到通道工程能否安全、正常运营。因此建议在设计、施工、采购等各个环节按照国家工程招标的规定尽最大可能优化方案、实行招投标，以确保该项目的工程质量和运营安全。通过招标，可以选择有高素质、技术密集型、应变能力强的队伍，通过严格、科学的动态管理，确保实现本项目的目标。

（5）为了防范风险给工程建设与运营期可能发生各种意外所带来的损失，在建设期和运营期分别进行投保。

（6）对隧道工程施工可能引起的影响采取的措施

1）加强超前地质预报。根据地勘资料提供的不同的围岩、构造、岩溶发育情况以及分段涌水量，采用合适的超前地质预报手段，并视情况的不同采用超前地质钻孔，及时、准确预报掌子面前方地下水赋藏情况。加强监控量测。通过监控量测成果分析，及早掌握围岩及支护的动态状况，以便采取有效措施，并及时调整设计参数。

2）施工中宜采用注浆堵水结合超前钻孔限量排水。

3）隧道施工尽量设计为顺坡施工，使正洞施工能在顺坡状态下进行。

4）通过合理的线路选线尽量绕避复杂的不良地质。

5）选用专业化、设备先进、工程经验丰富的队伍进行地质超前预报和注浆施工，降低工作失误造成的安全风险。

6）建立突水预警及警报传递系统。掌子面万一发生突水（泥、石），能够迅速传递给后方人员，使之及时撤离。

8.3.2 结构安全风险规避对策

隧道漏水。隧道漏水的原因主要是防水材质不良或违反操作规程造成，采用高性能的放水材料，精心施工，漏水后及时采取补救措施等能有效降低隧道漏水风险。

衬砌侵蚀。衬砌侵蚀主要与地下水含氯化物、硫化物或其他化学污染物有关。设计时做好调查监测，提高管片制作精度，采用合格的抗侵蚀外涂材料等，能有效降低风险。

衬砌裂损。通过精心设计，及时反馈，加强施工组织管理能有效降低风险。地震。进行抗震设计能有效降低风险。

8.3.3 减少不良地质现象发生的防范措施

地下工程施工过程中，应对工程岩土性状、沉降位移观测和周围环境条件的变化进行现场监测，并将监测结果及时反馈给有关单位和人员。

工程的有关技术人员应根据现场监测结果准确了解和推断工程所引起各种影响的程度、变化规律和发展趋势，并及时在设计和施工上采取相应的防护措施。

加强超前地质工作，指导隧道动态开挖。

8.3.4 防止自然灾害风险的措施及应急预案

（1）防止自然灾害风险的措施

为了保护海洋环境，减少避免环境风险事故的发生，建议工程施工采取以下的措施：

①根据工程特点，编制相关抵御热带气旋和台风暴潮入侵的详细计划，以及《防台措施》，并加强宣传、贯彻执行；及时了解台风的监测和预报信息，警惕台风等自然灾害的突然袭击，并做好各种防范措施。

②在台风季节应做好各项抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。成立防抗热带气旋领导小组并提前与当地的防台组织取得联系，落实避台海域，统一部署、指挥防抗台风工作。

③台风来临前，应组织施工人员或工作人员及时组织转移到安全地带，严禁施工。注意项目人员及设施的安全，如关闭好门窗。

④台风过后，应加强对护岸稳定性和护岸附近海底冲淤状况监测，及时掌握工程海域稳定状况，把项目的用海风险和对环境影响降低到最小程度。

（2）防台应急预案

贯彻“以防为主，安全第一”的避台方针，积极响应应对台风可能会带来的威胁，施工单位需落实责任，周密部署，切实做好防台工作，保障现场施工机具安全。

施工单位应依据《广东省防汛抗旱防风应急预案》，以及当地防风工作预案

等编制避台应急方案，包括不限于：

- ①组织机构与职责
- ②台风预警与应急响应行动
- ③施工机具工作要求
- ④预案关闭，避台结束
- ⑤保留下列资料并存档

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 监督管理内容

海域使用监督管理以是否按确权面积有偿用海，是否按规定用途规范用海，是否按规定的作业方式和施工进度施工，是否存在破坏沿海岸带自然面貌和旅游景观，是否破坏海洋生态环境等问题为重点。

1) 海域使用面积监督，根据海域使用的特点，提出对海域使用面积监督的频度。主要应在施工期进行面积监督。

2) 海域使用用途监督，《海域使用管理法》第二十八条规定“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准。”海洋行政主管部门应当依法对海域使用的性质进行监督检查，发现违法者应当依据《海域使用管理法》第四十六条执行。

3) 海域使用资源环境状况监督：对生物多样性和珍稀、濒危动物的监督；对生物资源的监督；对脆弱海岸的监督；对海域环境（水质、底质）的监督；使用期终止后的监督管理。

4) 海域使用时间监督，《海域使用管理法》第二十九规定“海域使用权期满，未申请续期或者申请续期未获批准的，海域使用权终止。”《海域使用管理法》第二十六条规定“海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。”当海域使用权到期后，海域使用权人仍需使用该海域的，还可依法申请继续使用，获准后方可继续用海。

8.4.2 具体的监督管理措施

自然资源行政主管部门应定期对用海项目进行监督和管理，除核算用海面积、审批海域使用用途外，对海域使用资源的监督主要以监测为主。以下通过施工期和运营期的环境保护和环境监测措施等方面详细阐述。

8.4.2.1 生态环境保护措施

(1) 施工期环境保护措施

防止施工废水及施工队伍生活污水等污染水域环境的措施如下：

- 合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、

漏现象。排水系统处于良好的使用状态，使施工现场不积水。

- 严格管理和节约施工用水、生活用水。
- 施工现场设置泥沙沉淀池和隔油池，用来处理施工废水，处理后回用。
- 采用临时环保型流动厕所对施工队伍生活污水进行收集处理，然后纳入市政管污水管网。
- 严禁向海域倾倒垃圾和废渣。
- 工作井四周用地范围线设置施工围栏，临时排水沟和沉砂池，施工出入口设置洗车台。地下隧道开挖土方由委托处理单位随挖随运处理。

施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对海洋环境产生的影响降至最低。

(2) 营运期环境保护措施

项目用海隧道营运期无废水和固废产生。应急情况下隧道废水收集后纳入市政污水管网。

(3) 生态保护对策措施

为减小对水生动物的干扰，施工作业对机械噪声应加以控制。此外，污染事故一旦发生将会对海洋生态环境产生显著影响，必须按照区域风险防范体系的要求，做好污染事故的防范和应急工作。

8.4.2.2 环境监测措施

本项目正常情况下对海洋环境与生态基本不产生影响，可不进行海洋环境跟踪监测工作。若一旦发生污染事故，应按污染程度确定详细的海洋环境监测计划，并跟踪实施，确保海域环境得到改善。

本项目应重点进行构筑物沉降情况监测，建议由建设单位委托专业机构制定施工期和运营期对周边重要构筑物的沉降、水平位移、裂缝等跟踪监测计划。

8.4.2.3 海域使用动态监管

项目实施后，自然资源行政管理部门海域使用动态监管中心应对工程建设情况进行动态监视监测和跟踪管理。建设单位应严格按项目批准的用海面积、位置和用途等进行海域使用，并接受主管部门的监视和管理。

8.5 海洋生态建设方案

8.5.1 产业政策与规划符合性

本项目用海为海底隧道，属于城际铁路建设的一部分，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021修订版）中“第一类 鼓励类”“二十三 铁路”“18、城际、市域（郊）铁路”。因此，本项目用海属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021修订版）鼓励类项目，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号）可知，本项目不属于该负面清单中“禁止准入类项目”。因此，本项目用海与《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号）相符合。

按第6章分析，本项目用海与《全国海洋主体功能区规划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海洋生态红线》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省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》《粤港澳大湾区发展规划纲要》《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》《中山市国土空间总体规划（2020-2035）》《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》和《中山市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符合。

8.5.2 岸线与滩涂资源利用

自然岸线是海陆长期作用形成的自然海岸形态，具有环境上的稳定性、生态上的多样性和资源上的稀缺性等多重属性。自然岸线一旦遭到破坏，很难恢复和再造，因此，工程建设应尽量不用或少用自然岸线。

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的。本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，项目用海不占用岸线和滩涂资源。

8.5.3 用海方式与布局合理性分析

（1）用海方式

本项目用海方式为海底隧道，已最大可能地减少海面用海面积和占用岸线

长度，体现了集约、节约用海和占用岸线的原则。

(2) 平面布置

本项目涉海工程的路线方案已经由多个规划确定，在工可设计阶段确定以隧道的形式下穿洪奇沥水道和横门水道南支的方案，对水文动力环境和冲淤环境、水质和沉积物环境、以及生物生态资源等均不产生影响，最大程度减少本项目对海洋环境与生态的影响。

8.5.4 污染物排放与控制

本项目用海施工期废水和固体废物均得到合理处置，不外排海洋，对海洋环境不产生直接影响。

运营期无废水和固废产生，不会对项目所在海洋环境产生影响。

本项目隧道工程符合清洁生产要求，相应的环保措施可有效减小工程对海洋环境的影响。本项目用海污染防治设施与措施满足污染控制要求。

8.5.5 生态保护与修复

本项目用海的实施位于离海底表面的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法，正常情况下基本不会对海洋生态造成影响。

8.5.6 生态环境监测方案

本项目应重点进行构筑物沉降情况监测，建议由建设单位委托专业机构制定施工期和运营期对周边重要构筑物的沉降、水平位移、裂缝等跟踪监测计划。

9.结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程位于粤港澳大湾区西岸，途径广州南沙、中山，是粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分。本项目线路北端与广州市轨道交通十八号线起点站万顷沙站衔接，向南经广州市南沙区、中山市翠亨新区、南朗镇、火炬开发区、岐江新城、石岐区、东区至终点站兴中站，线路全长 46.9km，其中地上段 10.6km，地下段 36.3km，涉海段长约 3.3km，全部采用盾构施工方案。

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，拟申请用海总面积为 10.9805公顷，均为海底隧道用海，其中洪奇沥水道海底隧道用海面积8.3571公顷，横门水道南支海底隧道用海面积2.6234公顷。项目用海不占用岸线，申请用海期限为50年。

9.1.2 项目用海必要性结论

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程拟补珠江西岸东西向城际铁路不足，完善线网结构，实现广州、中山两市核心区之间的快速直通衔接，对于推进粤港澳大湾区一体化布局，促进各城市协同发展，优化生产力布局起到重要作用。提升南沙在湾区的影响力，支持中山市国土空间结构发展。因此，建设本项目是十分必要的。本项目作为海底隧道工程，其建设需要使用一定面积的海域海底空间。因此，本项目用海也是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

（1）水文动力与泥沙冲淤环境影响分析

本项目为海底隧道工程，采用盾构法施工，整个工程建设均在海底下进行。项目建设对水文动力条件、地形地貌与冲淤环境基本不产生影响。

（2）海洋环境影响分析

本项目施工期施工人员生活污水和固体废物均能得到有效收集处理不排海，

营运期隧道段不设车站，无废水和固废产生。因此，本项目用海对海洋环境基本不产生影响。

（3）生态环境和资源影响分析

本项目用海的实施位于离海底表面的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法。海洋生物的分布范围主要在水层中和 50cm 以浅的海底沉积物内，因此盾构法施工及后续运行在正常情况下不会对海洋生物产生直接的影响。因此，本项目对海洋生态环境和资源影响相对较小。

（4）项目用海风险分析

本项目用海风险包括施工期主要风险事故有施工过程中海床坍塌、透水事故风险；隧道营运期可能存在火灾风险和地质灾害风险。因此，建设单位应严格落实风险防范对策措施和应急预案。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

本项目用海利益相关者为中山翠亨新区工程项目建设事务中心（广东中山翠亨国家湿地公园管护中心）、中电建（广东）中开高速公路有限公司和保利长大工程有限公司，相关利益具备可协调性。项目用海应与航道管理和林业等行政主管部门进行协调。

项目用海与军事用海不冲突，对国防建设和国防安全没有影响，不会危及国家权益和国防安全。

9.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

项目用海选址位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中的“横门岛港口航运区”和“伶仃洋保留区”，项目用海符合该海洋功能区的海域使用管理要求和海洋环境保护要求。

此外，本项目项目用海与《全国海洋主体功能区规划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海洋生态红线》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》《广东省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《粤港澳大湾区发展规划纲要》《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》《广州市国土空间总体规划（2018-2035）》

《中山市国土空间总体规划（2020-2035）》《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》和《中山市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符合。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

（1）用海选址

项目的选址满足区域社会条件的发展要求，符合海洋功能区划，并与相关规划要求相一致，与周边海洋开发活动相适应，具有建设所需的社会条件。因此，本项目用海选址具有合理性。

（2）用海方式和平面布置

项目的用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，平面布局既满足项目用海需求，又根据相关行业规范进行设计，且综合考虑节约、集约用海原则。项目的用海方式和平面布置是合理的。

（3）用海面积

项目拟申请用海总面积 10.9805 公顷，均为海底隧道用海。项目用海面积的量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，项目的用海面积符合有关的设计标准和规范，用海面积是合理的。

（4）用海期限

本项目申请用海期限为 50 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》中对于建设工程用海可申请的最高年限，用海期限合理。

9.1.7 项目用海可行性结论

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程的建设与用海具有必要性，项目建设符合《粤港澳大湾区发展规划纲要》和《粤港澳大湾区城际铁路建设规划》，并与该区域的自然条件和社会条件相适宜，项目用海选址符合《广东省海洋功能区划（2011-2020）年》（2012 年）。用海方式、用海面积和申请用海期限合理，项目施工和营运期间对周边的海洋环境与生态、海洋开发活动和海洋功能区影响较小。建设单位应充分做好相关利益协调、落实用海风险防范措施和应急预案。

从海域使用的角度，在充分落实海域使用管理对策措施的前提下，本论证报

告认为南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程的海域使用是可行的。

9.2 建议

（1）工程施工期间，必须认真落实各项环保措施，并加强施工期的监理工作，严禁对海洋环境造成污染。

（2）建设单位应充分做好相关利益协调工作，获取支持性意见。

（3）项目施工和营运期间应落实风险防范对策措施，将用海风险降到最低。

资料来源说明

1. 引用资料

- 《南沙至珠海（中山）城际铁路南沙至兴中段工程可行性研究报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际前期深化研究项目一期工程初步勘察阶段岩土工程勘察报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段工程海洋环境影响专题报告》。

海洋生态调查种类名录

附表 I 浮游植物名录

2022年9月（秋季）浮游植物调查名录

序号	中文名	拉丁文
硅藻门		
1	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>
2	直链藻	<i>Melosira</i> sp.
3	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
4	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwelli</i>
5	太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>
6	细弱角毛藻	<i>Chaetoceros subtilis</i>
7	拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
8	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
9	罗氏角毛藻	<i>Chaetoceros lauderi</i>
10	异常角毛藻	<i>Chaetoceros abnormis</i>
11	辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
12	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
13	线形圆筛藻	<i>Coscinodiscus lineatus</i>
14	圆筛藻	<i>Coscinodiscus</i> spp.
15	奇异棍形藻	<i>Bacillaria paradoxa</i>
16	柔弱海链藻	<i>Thalassiosira tenera</i>
17	舟形藻	<i>Navicula</i> spp.
18	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>
19	螺形菱形藻	<i>Nitzschia sigma</i>
20	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
21	卵形双菱藻	<i>Surirella ovata</i>
22	环纹劳德藻	<i>Lauderia annulata</i>
23	佛氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
24	小环藻	<i>Cyclotella</i> sp.
25	翼茧形藻	<i>Amphiprora alata</i>
26	地中海指管藻	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>
27	泰晤士扭鞘藻	<i>Streptotheca tamesis</i>
28	尖布纹藻	<i>Gyrosigma acuminatum</i>
金藻门		
29	球形棕囊藻	<i>Phaeocystis globosa</i>
绿藻门		
30	空球藻	<i>Eudorina elegans</i>
31	单角盘星藻具孔变种	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>duodenarium</i>
32	二角盘星藻	<i>Pediastrum duplex</i>
33	小空星藻	<i>Coelastrum microporum</i>
34	实球藻	<i>Pandorina morum</i>
35	网球藻	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>
36	卵囊藻	<i>Oocystis</i> sp.

37	库津新月藻	<i>Closterium kuetzingii</i>
38	纤细新月藻	<i>Closterium gracile</i>
39	四尾栅藻	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
40	美丽团藻	<i>Volvox anreus</i>
41	游丝藻	<i>Planctonema lauterbornii</i>
42	镰形纤维藻	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
	蓝藻门	
43	色球藻	<i>Chroococcus</i> sp.
44	微囊藻	<i>Microcystis</i> spp.
45	惠氏微囊藻	<i>Microcystis wesenbergii</i>
46	颤藻	<i>Oscillatoria</i> spp.
47	钝顶螺旋藻	<i>Spirulina platensis</i>
48	伪鱼腥藻	<i>Pseudanabaena</i> sp.
49	鱼腥藻	<i>Anabaena</i> sp.
50	类颤鱼腥藻	<i>Anabaena oscillarioides</i>
51	依沙束丝藻	<i>Aphanizomenon issatschenkoi</i>
	裸藻门	
52	裸藻	<i>Euglena</i> sp.
53	梭形裸藻	<i>Euglena acus</i>
	甲藻门	
54	叉角藻	<i>Ceratium furca</i>
	隐藻门	
55	啮齿隐藻	<i>Cryptomonas erosa</i>

附表 II 浮游动物名录

2022年9月（秋季）浮游动物调查名录		
序号	中文名	拉丁文
	被囊类	
1	住囊虫属	<i>Oikopleura</i> sp.
	刺胞动物	
2	半球美螅水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
3	镰螅水母属	<i>Zanclus</i> sp.
	浮游幼体	
4	短尾类幼体	Brachyura larvae
5	多毛类幼体	Polychaeta larvae
6	蔓足类腺介幼虫	Cypris larvae
7	蔓足类幼体	Cirripedia larvae
8	桡足类幼体	Copepoda larvae
9	双壳纲幼体	Bivalvia larvae
10	仔鱼	Fish larvae
11	长尾类幼体	Macrura larvae
	毛颚类	
12	百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
	桡足类	
13	纺锤水蚤属	<i>Acartia</i> sp.
14	广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
15	红纺锤水蚤	<i>Acartia erythraea</i>
16	火腿伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus poplesia</i>
17	尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>
18	菱大眼水蚤	<i>Corycaeus limbatus</i>
19	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
20	瘦形歪水蚤	<i>Tortanus gracilis</i>
21	梭水蚤属	<i>Lubbockia</i> sp.
22	伪镖水蚤属	<i>Pseudodiaptomus</i> sp.
23	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
24	小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>
25	长刺小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella longispinosa</i>
26	中华异水蚤	<i>Acartiella sinensis</i>
27	中隆水蚤	<i>Oncaea media</i>
28	左指华哲水蚤	<i>Sinocalanus laevidactylus</i>
	十足类	
29	中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
	翼足类	
30	强卷螺	<i>Agadina stimpsoni</i>
	枝角类	
31	长刺溞	<i>Daphnia longispina</i>
32	长额象鼻溞	<i>Bosmina longirostris</i>

附表 III 底栖生物名录

2022年9月（秋季）大型底栖生物调查名录

序号	中文名	拉丁文	采泥
环节动物			
1	溪沙蚕	<i>Namalycastis abiuma</i>	+
2	寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>	+
3	三角石纓虫	<i>Laonome triangularis</i>	+
4	袋稚齿虫	<i>Prionospio ehlersi</i>	+
5	才女虫	<i>Polydora sp.</i>	+
6	拟特须虫	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	+
7	刚鳃虫	<i>Chaetozone sefosa</i>	+
8	裂虫	<i>Syllis sp.</i>	+
软体动物			
9	缢蛏（幼体）	<i>Sinonovacula constricta</i>	+
10	河蚬（幼体）	<i>Corbicula fluminalis</i>	+
11	光滑河篮蛤	<i>Potamocorbula laevis</i>	+
节肢动物			
12	中华螺赢蜚	<i>Sinocorophium sinence</i>	+
13	长节刀钩虾	<i>Aoroides longimerus</i>	+
14	巨亮钩虾	<i>Cheiriphotis sp.</i>	+
15	拟钩虾	<i>Gammaropsis sp.</i>	+
16	滩拟猛钩虾	<i>Harpiniopsis vadicalus</i>	+
17	刺指尾钩虾	<i>Urothoe spinidigitus</i>	+
纽形动物			
18	细首纽虫	<i>Cephalothrix sp.</i>	+

附表 IV 潮间带生物名录

2022年9月（秋季）潮间带生物调查名录

序号	中文名	拉丁文	高潮带	中潮带	低潮带
环节动物					
1	羽须鳃沙蚕	<i>Dendronereis pinnaticirris</i>	-	+	+
2	溪沙蚕	<i>Namalycastis abiuma</i>	-	+	+
3	梳齿沙蚕	<i>Nereis denhamensis</i>	+	+	+
4	拟特须虫	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	-	+	-
5	三角石纓虫	<i>Laonome triangularis</i>	+	+	-
6	颤蚓科	Naididae	-	+	-
软体动物					
7	歪红树蚬	<i>Polymesoda expansa</i>	-	+	-
8	光滑河篮蛤	<i>Potamocorbula laevis</i>	+	+	+
9	河蚬（幼体）	<i>Corbicula fluminalis</i>	+	+	+
10	缢蛏（幼体）	<i>Sinonovacula constricta</i>	-	-	+
节肢动物					
11	肥胖后相手蟹	<i>Metasesarma obesum</i>	+	+	+
12	淡水泥蟹	<i>Ilyoplax tansuiensis</i>	-	+	-
13	招潮蟹（幼体）	<i>Uca</i> sp.	-	+	-
14	大眼蟹（幼体）	<i>Macrophthalmus</i> sp.	-	+	-
纽形动物					
15	细首纽虫	<i>Cephalothrix</i> sp.	-	-	+
脊椎动物					
16	凡氏下银汉鱼（幼鱼）	<i>Hypoatherina valenciennei</i>	-	-	+

附表 V 游泳生物名录

2022 年 9 月（秋季）游泳生物调查名录		
序号	中文名	拉丁文
	鱼类	
	鲱形目	CLUPEIFORMES
	鲱科	Clupeidae
1	裘氏小沙丁鱼	<i>Sardinella jussieu</i>
2	圆吻海鲱	<i>Nematalosa nasus</i>
	锯腹鳊科	Pristigasteridae
3	鳊	<i>Ilisha elongata</i>
	鳀科	Engraulidae
4	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>
5	尖吻小公鱼	<i>Stolephorus heterolobus</i>
	鲤形目	CYPRINIFORMES
	鲤科	Cyprinidae
6	鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
7	三角鲂	<i>Megalobrama terminalis</i>
	鲈形目	SILURIFORMES
	海鲈科	Ariidae
8	丝鳍海鲈	<i>Arius arius</i>
	鳎科	Plotosidae
9	线纹鳎	<i>Plotosus lineatus</i>
	鲷形目	MUGILIFORMES
	鲷科	Mugilidae
10	长鳍莫鲷	<i>Moolgarda cunnesius</i>
	鲹形目	SCORPAENIFORMES
	鲹科	Platycephalidae
11	棘线鲹	<i>Grammoplites scaber</i>
	鲈科	Carangidae
12	康氏拟鲈	<i>Scomberoides commersonianus</i>
13	蓝圆鲈	<i>Decapterus maruadsi</i>
	鲷科	Leiognathidae
14	颈斑鲷	<i>Leiognathus nuchalis</i>
	石鲈科	Pomadasyidae
15	横带髭鲷	<i>Hapaloyenys mucronatus</i>
	石首鱼科	Sciaenidae
16	黄姑鱼	<i>Nibea albiflora</i>
17	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>
18	皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>
	虾虎鱼科	Gobiidae
19	斑尾刺虾虎鱼	<i>Acanthogobius ommaturus</i>
20	孔虾虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>
21	拉氏狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>
	鲈形目	PLEURONECTIFORMES
	舌鳎科	Cynoglossidae

22	短吻红舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>
23	黑鳃舌鳎	<i>Cynoglossus roulei</i>
	鲀形目	TETRAODONTIFORMES
	四齿鲀科	Tetraodontidae
24	弓斑多纪鲀	<i>Takifugu ocellatus</i>
	甲壳类	
	十足目	STOMATOPODA
	虾蛄科	Squillaeidae
25	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
	十足目	DECAPODA
	对虾科	Penaeidae
26	刀额新对虾	<i>Parapenaeopsis cultrirostris</i>
27	亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
28	近缘新对虾	<i>Metapenaeus affinis</i>
29	墨吉对虾	<i>Penaeus merguensis</i>
30	周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>
	长臂虾科	Palaemonidae
31	东方白虾	<i>Exopalaemon orientis</i>
32	日本沼虾	<i>Macrobrachium nipponense</i>
	梭子蟹科	Portunidae
33	近亲蜉	<i>Charybdis affinis</i>
34	拟穴青蟹	<i>Scylla Paramamosain</i>
	关公蟹科	Dorippidae
35	伪装仿关公蟹	<i>Dorippoides facchino</i>
	弓蟹科	Varunidae
36	日本绒螯蟹	<i>Eriocheir japonicus</i>
	虎头蟹科	Orithyidae
37	中华虎头蟹	<i>Orithyia sinica</i>

2. 现场勘查资料

现场勘查记录表

项目名称	南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程		
勘查概况			
勘查人员	严静、林壮立	勘查责任单位	中国科学院南海海洋研究所
勘查时间	2022年9月23日	勘查地点	广州市南沙区万顷沙、中山市横门水道南支附近海域
勘查内容简述	<p>天气：晴，微风。</p> <p>主要设备：照相机、GNSS接收机合众思壮测量型G10等。</p> <p>勘查内容：采用基于广东省连续运行卫星定位服务系统(GDCORS)的网络RTK技术，对项目周边控制点进行测量，并与工程平面布置图相应坐标点进行核对，测量结果误差满足相关规范要求。</p> <p>海域现状情况：项目所在海域主要开发利用活动为码头工程和桥梁工程（在建），该项目下穿海域沿岸分布有红树林（见下图）。</p> 		
项目负责人	严静	技术负责人	

附件

附件 1：项目委托函；

附件 2：海洋环境与生态现状监测 CMA 报告。