

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）

2024 年 8 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
李延峰	BH000102	1. 概述 2. 项目用海基本情况 6. 国土空间规划符合性分析 8. 生态用海对策措施 9. 结论	李延峰
严静	BH000139	3. 项目所在海域概况 5. 海域开发利用协调分析	严静
钱江	BH000104	4. 资源生态影响分析 7. 项目用海合理性分析	钱江
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。 承诺主体(公章): 2024年 8 月 26 日			

项目基本情况表

项目名称	南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程			
项目地址	广东省 广州、中山市 县			
项目性质	公益性（ ）		经营性（ √ ）	
用海面积	8.5337 ha		投资金额	3055900 万元
用海期限	50 年		预计就业人数	人
占用岸线 （均为下穿）	总长度	169 m	邻近土地平均价格	万元/ha
	自然岸线	102 m	预计拉动区域经济产值	万元
	人工岸线	67 m	填海成本	万元/ha
	其他岸线	m		
海域使用类型	交通运输用海		新增岸线	0 m
用海方式		面积		具体用途
海底隧道用海		8.5337 ha		海底隧道
.....				
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

目 录

摘要	1
1.概述	4
1.1 论证工作来由	4
1.2 论证依据	6
1.2.1 法律法规	6
1.2.2 标准规范	9
1.2.3 项目技术资料	10
1.3 论证等级和范围	11
1.3.1 论证等级	11
1.3.2 论证范围	11
1.4 论证重点	12
2.项目用海基本情况	13
2.1 用海项目建设内容	13
2.2 平面布置和主要结构、尺度	15
2.2.1 总体工程平面布置	15
2.2.2 涉海段平纵断面	17
2.2.3 盾构隧道结构	32
2.2.4 配套工程	34
2.3 项目主要施工工艺和方法	36
2.3.1 施工方法	36
2.3.2 弃渣产生量及去向	40
2.3.3 施工进度计划	42
2.4 项目用海需求	43
2.5 项目用海必要性	44
2.5.1 项目建设必要性	44
2.5.2 项目用海必要性	50
3.项目所在海域概况	51
3.1 工程区域自然环境概况	51
3.1.1 地理位置	51
3.1.2 地质地貌	53
3.1.3 气候气象	70
3.1.4 海洋水文	72
3.1.5 海洋水质现状与评价	79
3.1.6 海洋沉积物质量现状与评价	86
3.1.7 海洋生物质量现状与评价	87
3.2 海洋生态生物资源概况	89
3.2.1 调查方法	89

3.2.2 海洋生态调查结果	92
3.2.3 渔业资源调查结果	93
3.2.4 红树林典型生态	94
3.2.5“三场一通道”概况	96
3.3 自然资源概况	98
3.3.1 港口资源	98
3.3.2 航道、锚地资源	98
3.3.3 海岸线资源	100
3.3.4 海岛资源	100
3.3.5 渔业资源	100
3.3.6 旅游资源	101
3.3.7 湿地资源	101
3.3.8 矿产资源	102
4.资源生态影响分析	103
4.1 资源影响分析	103
4.1.1 岸线和滩涂资源	103
4.1.2 海洋生物资源	103
4.1.3 海域通航资源	103
4.2 生态影响分析	104
4.2.1 对水文动力环境影响分析	104
4.2.2 对地形地貌与冲淤环境影响分析	104
4.2.3 对水质环境的影响分析	104
4.2.4 对沉积物环境影响分析	105
4.2.5 对海洋生态的影响分析	105
4.2.6 对红树林的影响分析	106
5.海域开发利用协调分析	108
5.1 海域开发利用现状	108
5.1.1 社会经济概况	108
5.1.2 海域使用现状	111
5.1.3 海域权属现状	112
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	118
5.3 利益相关者界定	121
5.4 相关利益协调分析	122
5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析	124
6.国土空间规划符合性分析	125
6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析	125
6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性	125
6.1.2 与《广州市国土空间总体规划（2021-2035）》的符合性	131

6.1.3 与《中山市国土空间总体规划（2021-2035）》的符合性	131
6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析	133
6.2.1 项目所在海洋功能区划	133
6.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析	137
6.2.3 与功能区划的符合性分析	138
6.3 项目用海与相关规划符合性分析	140
6.3.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性	140
6.3.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性	140
6.3.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性	141
6.3.4 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性	142
6.3.5 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	142
6.3.6 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	143
6.3.7 与推进海域使用权立体分层设权相关要求的符合性	144
7.项目用海合理性分析	147
7.1 用海选址（线）合理性分析	147
7.1.1 选址区位和社会条件适宜性分析	147
7.1.2 选址与自然资源和生态环境的适应性	147
7.1.3 项目选址潜在的、重大的安全和环境风险分析	148
7.1.4 选址与周边其他用海活动和海洋产业的协调性分析	149
7.1.5 选址方案合理性	149
7.2 用海平面布置合理性分析	151
7.2.1 平面布置体现集约、节约用海的原则	151
7.2.2 平面布置与水文动力和冲刷环境的关系	151
7.2.3 平面布置与生态环境保护的关系	151
7.2.4 平面布置与周边用海活动的适应性	151
7.3 用海方式合理性分析	151
7.3.1 用海方式对维护海域基本功能合理性分析	151
7.3.2 用海方式对减少水文动力、冲淤环境的影响合理性分析	152
7.3.3 用海方式对保持自然岸线和海域自然属性合理性分析	152
7.3.4 用海方式对保护和保全区域海洋生态系统合理性分析	152
7.3.5 用海方式对周边其他用海活动适应性分析	152
7.4 占用岸线合理性分析	153
7.5 用海面积合理性分析	153
7.5.1 用海面积合理性分析	153
7.5.2 宗海图绘制	154
7.5.3 项目用海面积量算	155

7.6 用海期限合理性分析	156
8.生态用海对策措施	163
8.1 生态用海对策	163
8.1.1 产业政策与规划符合性	163
8.1.2 岸线与滩涂资源利用	163
8.1.3 用海方式与布局合理性分析	163
8.1.4 污染物排放与控制	164
8.1.5 生态保护与修复	164
8.2 生态保护修复措施	165
8.2.1 海洋生态环境保护措施	165
8.2.2 生态环境监测方案	165
9.结论与建议	167
9.1 结论	167
9.1.1 项目用海基本情况	167
9.1.2 项目用海必要性结论	167
9.1.3 项目用海资源生态影响分析结论	168
9.1.4 海域开发利用协调分析结论	168
9.1.5 项目用海与国土空间区划及相关规划符合性分析结论	168
9.1.6 项目用海合理性分析结论	169
9.1.7 项目用海可行性结论	169
9.2 建议	170
资料来源说明	171
1. 引用资料	171
2. 现状调查资料	172
3. 现场勘查记录	173
附件	174

摘要

（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 47.6km，其中高架段 4.8km，其余均为地下段。本项目涉海工程全部采用盾构施工方案，涉海段长约 2.25km，其中二十涌至香山段涉海工程采用单洞双线隧道方案，下穿洪奇沥水道，总长约 1.45km；香山-火炬东（预留）段涉海工程采用双洞单线隧道方案，下穿横门南汉（又称横门西水道），总长约 0.80km。

本项目申请用海单位为广州地铁集团有限公司，项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，拟申请用海总面积为 8.5337 公顷，均为海底隧道用海，拟进行海域立体分层确权，申请用海空间为海域底土空间，其中洪奇沥水道涉海段用海面积 4.7136 公顷（包含与南沙大型城市综合体临时工程港池用海垂向投影重叠面积 0.9137 公顷），隧道高程范围-27.0~-57.3m（1985 国家高程基准，下同），横门南汉涉海段用海面积 3.8201 公顷，隧道高程范围-23.5~-42.6m。项目用海占用（下穿）岸线总长 169m，不涉及岸线占补，申请用海期限为 50 年。

（2）项目立项及审批情况

2022年12月29日，本项目获广东省自然资源厅关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程用海预审意见的函（粤自然资海域〔2022〕3132号），原则同意项目用海，用海方式全部为海底隧道，用海面积应控制在11.4554公顷以内，并于2023年2月28日获广东省发展改革委关于新建南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段项目可行性研究报告的批复（粤发改投审〔2023〕5号）。但随着工程设计的逐步完善，整体线路也在不断调整，优化后于2023年3月15日获广东省交通运输厅关于新建南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段项目初步设计的批复（粤交铁〔2023〕114号），于2023年3月22日获广东省交通运输厅关于新建南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段穿越湿地公园和森林公园线路方案唯一性论证报告的意见（粤交铁字〔2023〕55号），于2023年3月29日获广东省

生态环境厅关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）环境影响报告书的批复（粤环审〔2023〕70号），于2023年10月31日获水利部珠江委关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙至兴中段）涉十九涌、二十涌、洪奇沥水道及横门南汉河段洪水影响评价（建设项目建设方案、国家基本水文测站上下游建设影响）准予水行政许可决定书（珠许可决〔2023〕91号），并于2024年7月17日获得广东省人民政府关于项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见。按照工程用海预审意见的函件要求，由于本项目整体线路调整，建设单位拟重新申请项目用海。

（3）项目用海必要性

本项目拟弥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。项目两处跨海段均为海底隧道工程，其建设需要使用一定面积的海域底土空间。因此，本项目建设和用海是十分必要的。

（4）项目用海资源生态影响

本项目为盾构海底隧道工程，项目用海占用一定的海域底土空间，不占用滩涂资源，不涉及岸线占补，项目用海对海洋资源影响相对较小。整个工程建设均在海域底土空间进行，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。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，营运期涉海段不设车站，无废水和固废产生，项目用海对海洋环境基本不产生影响。海洋生物的分布范围主要在水层中和表层以浅的海底沉积物内，项目用海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。

（5）海域开发利用协调情况

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、广州南沙交通投资集团有限公司和国家海洋局南海预报中心，相关利益具备可协调性。此外，项目用海还应与航道管理部门、林业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。

（6）与相关规划符合性

项目用海位于《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”，项目用海符合该海洋功能区海域使用管理要求和海

洋环境保护要求。同时，本项目用海符合广东省“三区三线”中生态保护红线海域部分的划定成果，符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

此外，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》，以及国家和广东省关于推进海域使用权立体分层设权的相关要求相符合。

（7）项目用海合理性

项目的选址（线）满足区域自然条件要求，具有建设所需的社会条件，符合国土空间区划，并与相关规划要求相一致，与周边海洋开发活动相适应，具备可协调性，本项目用海选址（线）具有合理性。项目的用海平面布局根据相关行业标准进行设计，既满足项目用海需求，又与周边用海活动相协调，且综合考虑节约、集约用海原则，平面布置是合理的。项目的用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海方式能够维护海域的基本功能，最大限度地减少了对海域资源环境的影响，用海方式是合理的。项目用海占用（下穿）岸线总长度为 169m，对岸线自然属性和生态功能基本无影响，不涉及岸线占补。项目拟申请用海总面积 8.5337 公顷，均为海底隧道用海，为海域底土空间，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设计标准和规范，并结合实际，用海面积是合理的。项目拟申请用海期限为 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。

（8）项目用海可行性

从海域使用的角度，在充分落实利益相关者协调和周边构筑物结构安全保障对策措施的前提下，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。

1.概述

1.1 论证工作来由

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》。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47.6km，其中高架段4.8km，其余均为地下段；新建车站12座（地上站1座），其中初期开通9座车站，设3座预留站（地上站1座）。初期平均站间距约5.3km，远期平均站间距约4.0km，最大站间距约9.6km（十二涌-二十涌），最小站间距约1.0km（岐江新城-世纪路）。全线新建停车场1座（烟筒山停车场），新建主变2座（香山主变、烟筒山主变），全线接入既有陇枕控制中心。

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。本项目涉海工程为盾构海底隧道，涉海段长约2.25km，其中二十涌至香山站涉海段采用单洞双线隧道方案，下穿洪奇沥水道，总长约1.45km；香山-火炬东站（预留）涉海段采用双洞单线隧道方案，下穿横门南汉，总长约0.80km。本项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，拟申请用海总面积为8.5337公顷，均为海底隧道用海，拟进行海域立体分层确权，申请用海空间为海域底土空间，其中洪奇沥水道涉海段用海面积4.7136公顷（包含与南沙大型城市综合体临时工程港池用海垂向投影重叠面积0.9137公顷），隧道高程范围-27.0~-57.3m，横门南汉涉海段用海面积3.8201公顷，隧道高程范围-23.5~-42.6m。项目用海占用（下穿）岸线总长169m，不涉及岸线占补，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

- 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日修订；
- 《中华人民共和国海岛保护法》，2009年12月26日；
- 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日修正；
- 《中华人民共和国野生动物保护法》，2022年12月30日修订；
- 《中华人民共和国湿地保护法》，2021年12月24日；
- 《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日修正；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月29日修订；
- 《中华人民共和国航道法》，2016年7月2日修正；
- 《中华人民共和国防洪法》，2016年7月2日修正；
- 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修正；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；
- 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日修订；
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日修订；
- 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年10月7日修订；
- 《海洋自然保护区管理办法》，国家海洋局，国海法发〔1995〕251号；
- 《海洋特别保护区管理办法》，国家海洋局，国海发〔2010〕21号；
- 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日；
- 《填海项目竣工海域使用验收管理办法》，国家海洋局，国海规范〔2016〕3号；
- 《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，厅字〔2019〕48号；
- 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，中共中央办公厅 国务院办公厅，2017年2月7日；
- 《全国海洋功能区划（2011-2020年）》，国务院，2012年3月3日；

- 《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》，国务院，国发〔2015〕42号；
- 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》，国务院，国发〔2018〕24号；
- 《自然资源部 国家发展和改革委员会关于贯彻落实<国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知>的实施意见》，自然资规〔2018〕5号；
- 《自然资源部办公厅关于印发<围填海项目生态评估技术指南（试行）>等技术指南的通知》，自然资办发〔2018〕36号；
- 《关于印发<调整海域 无居民海岛使用金征收标准>的通知》，财政部 国家海洋局，财综〔2018〕15号；
- 《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；
- 《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；
- 《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》，自然资办函〔2021〕2073号；
- 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》，自然资办函〔2022〕640号；
- 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号；
- 《自然资源部办公厅关于进一步加强现有自然岸线监管工作的函》，自然资办函〔2022〕977号；
- 《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；
- 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2023〕89号；
- 《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》，自然资规〔2023〕8号；
- 《自然资源部办公厅关于印发<海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）>的通知》，自然资源部办公厅，2023年11月17日；

- 《国家林业局关于修改<湿地保护管理规定>的决定》，国家林业局，2017年12月5日；
- 《粤港澳大湾区发展规划纲要》，中共中央 国务院，2019年2月18日；
- 《国家发展改革委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；
- 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》，交通运输部，2021年9月1日；
- 《广东海洋经济综合试验区发展规划》，国务院，国函〔2011〕81号；
- 《广东省国土空间规划（2021—2035年）》，国函〔2023〕76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》，2021年9月29日修正；
- 《广东省湿地保护条例》，2022年11月30日修正；
- 《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区规划的批复》，粤府函〔2017〕359号；
- 《广东省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》，粤府函〔2018〕28号；
- 《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，2021年7月2日；
- 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办〔2017〕62号；
- 《广东省财政厅 广东省自然资源厅关于印发<广东省海域使用金征收标准>的通知》，粤财规〔2019〕3号；
- 《广东省自然资源厅关于印发<广东省项目用海政策实施工作指引>的通知》，粤自然资函〔2020〕88号；
- 《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；
- 《广东省自然资源厅办公室关于启用新修测海岸线成果的通知》，2022年2月22日；
- 《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》，粤自然资规字〔2023〕5号；

- 《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》，2023 年 11 月 28 日；
- 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7 号；
- 《广东省人民政府关于印发广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）的通知》，粤府〔2017〕119 号；
- 《广东省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》，粤府〔2021〕28 号；
- 《广东省人民政府关于<中山市国土空间总体规划（2021—2035 年）>的批复》，粤府函〔2023〕195 号。

1.2.2 标准规范

- 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；
- 《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/T 070-2022；
- 《海洋工程地形测量规范》，GB/T 17501-2017；
- 《海岛及周边海域地形图测绘规范》，GB/T 42332-2023；
- 《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；
- 《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》，广东省自然资源厅，2024 年 6 月。

1.2.3 项目技术资料

- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工可设计文件》；
- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）总体设计文件》；
- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）初步设计文件》；
- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）施工图工作版线路》；
- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）初步勘察阶段补充岩土工程勘察报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）【香山站—二十涌站区间】详细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）涉十九涌、二十涌、洪奇沥水道及横门南汊河段洪水影响评价报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际工程穿越市级湿地公园、红树林方案线路唯一性论证报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际对盾构隧道施工对中山海洋环境监测站（验潮站）结构安全影响评估报告》；
- 《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）海洋环境影响专题报告》；
- 建设单位提供的其他资料。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），并结合《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），本项目用海类型属交通运输用海中的路桥隧道用海，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》（GB/T 42361-2023）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	海底隧道	明挖海底隧道	长度大于（含）250m	所有海域	一
			长度小于 250m	所有海域	二
		暗挖海底隧道	所有规模	所有海域	二

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，综合考虑项目用海所在海域及周边海域生态保护红线分布情况，确定本项目论证范围为北纬 22°26′至 22°38′，东经 113°33′至 113°40′的海域范围，面积约 138km²，如图 1.3-1 所示。

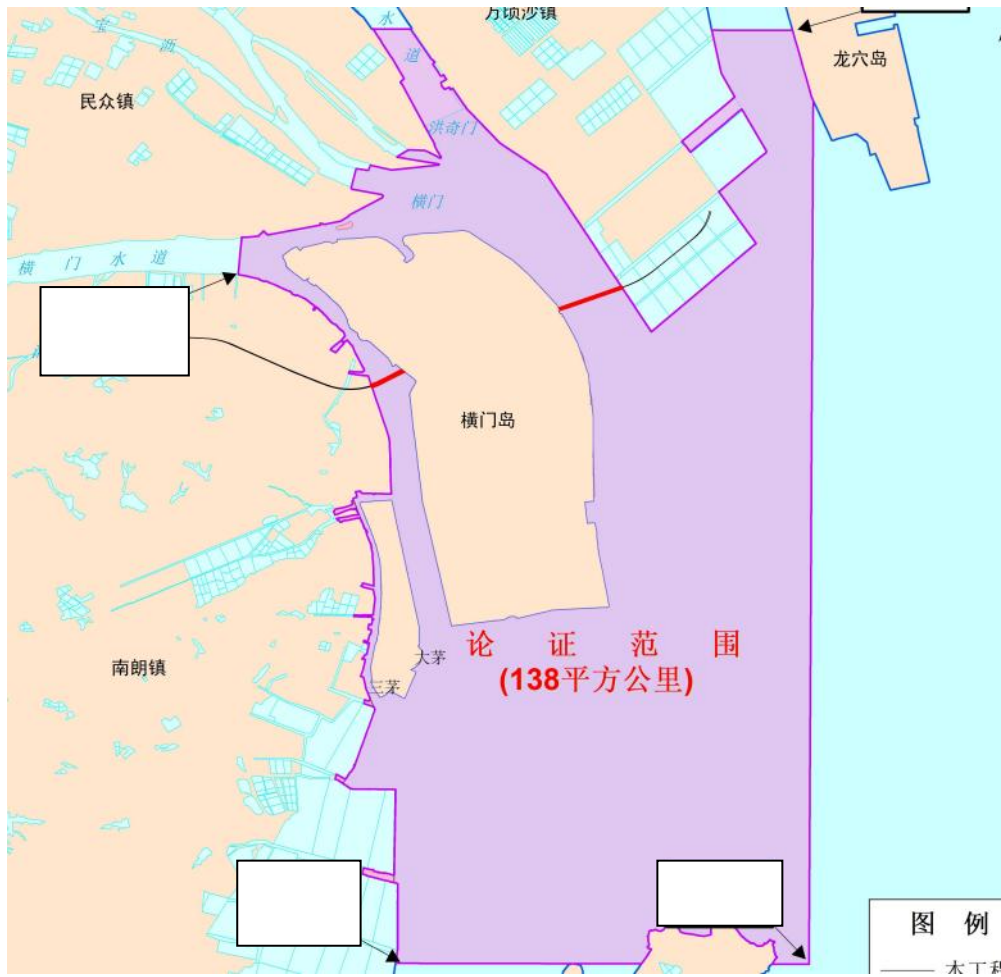


图 1.3-1 本项目论证范围示意图

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 C.1，本项目属于交通运输用海中的路桥隧道用海，使用海域所在分层为底土，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；
- （4）项目用海立体分层确权的必要性和可行性。

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 305.59 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南汊，合计约 2.25km。

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47.6km，其中高架段4.8km，其余均为地下段；新建车站12座（地上站1座），其中初期开通9座车站，设3座预留站（地上站1座）。初期平均站间距约5.3km，远期平均站间距约4.0km，最大站间距约9.6km（十二涌—二十涌），最小站间距约1.0km（岐江新城—世纪路）。全线新建停车场1座（烟筒山停车场），新建主变2座（香山主变、烟筒山主变），全线接入既有陇枕控制中心。

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程海域段长约2.25km。本项目涉海工程均为海底隧道，全部采用盾构施工方法，其中二十涌至香山站涉海段采用单洞双线隧道方案，下穿洪奇沥水道，总长约1.45km，隧道顶部设计高程范围为-27.097~-44.169m，隧道底部设计高程范围为-40.472~-57.269m；香山—火炬东站（预留）涉海段采用双洞单线隧道方案，下穿横门南汊，总长约0.80km，左线隧道顶部设计高程范围为-23.553~-33.843m，隧道底部设计高程范围为-32.245~-42.398m，右线隧道顶部设计高程范围为-23.821~-33.950m，隧道底部设计高程范围为-32.478~-42.506m。

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》（TB 10623-2014）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1小时通达，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，至十涌南侧设十涌站（预留）。至灵新大道与红海路交叉口处设十二涌站。之后线路继续沿灵新大道南行。下穿二十涌后逐步向西转至平行于二十涌东南侧走行，至在建南中高速东北侧设二十涌站。出站后线路向西下穿洪奇沥水道，进入中山市翠亨新区起步区（马鞍岛）和信路走行，至中准道与和信路交叉口东侧设香山站，预留向西延伸至珠海条件及向东衔接深中城际条件。出站后线路继续沿和信路向西走行，下穿横门南汉（又称横门西水道）后进入中山市南朗镇，穿越大尖峰后转为沿世纪大道高架敷设，于世纪大道与东利路交叉口东侧设火炬站（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，与规划中山二号线支线换乘；随后下穿烟筒山，至广珠城际中山站西侧设中山站，与规划中山三号线、规划中山深中线换乘，接驳广珠城际、规划广中珠澳高铁。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，与规划中山三号线换乘。随后线路转向岐江新城规划路敷设，于规划道路中部设置世纪路站，与规划中山一号线换乘。出站后线路转入富康路走行，在与康华路交叉口处侧设置石岐站，与规划中山深中线换乘。随后转入兴中道敷设，在孙文东路交叉口处设兴中站，与规划中山二号线换乘，并预留向南延伸条件。

本项目线路全长47.6km，其中高架段4.8km，其余均为地下段。全线新建停车场1座（烟筒山停车场），新建主变2座（香山主变、烟筒山主变），全线接入既有陇枕控制中心。整体工程线路示意图2.2-1。

南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）线路示意图

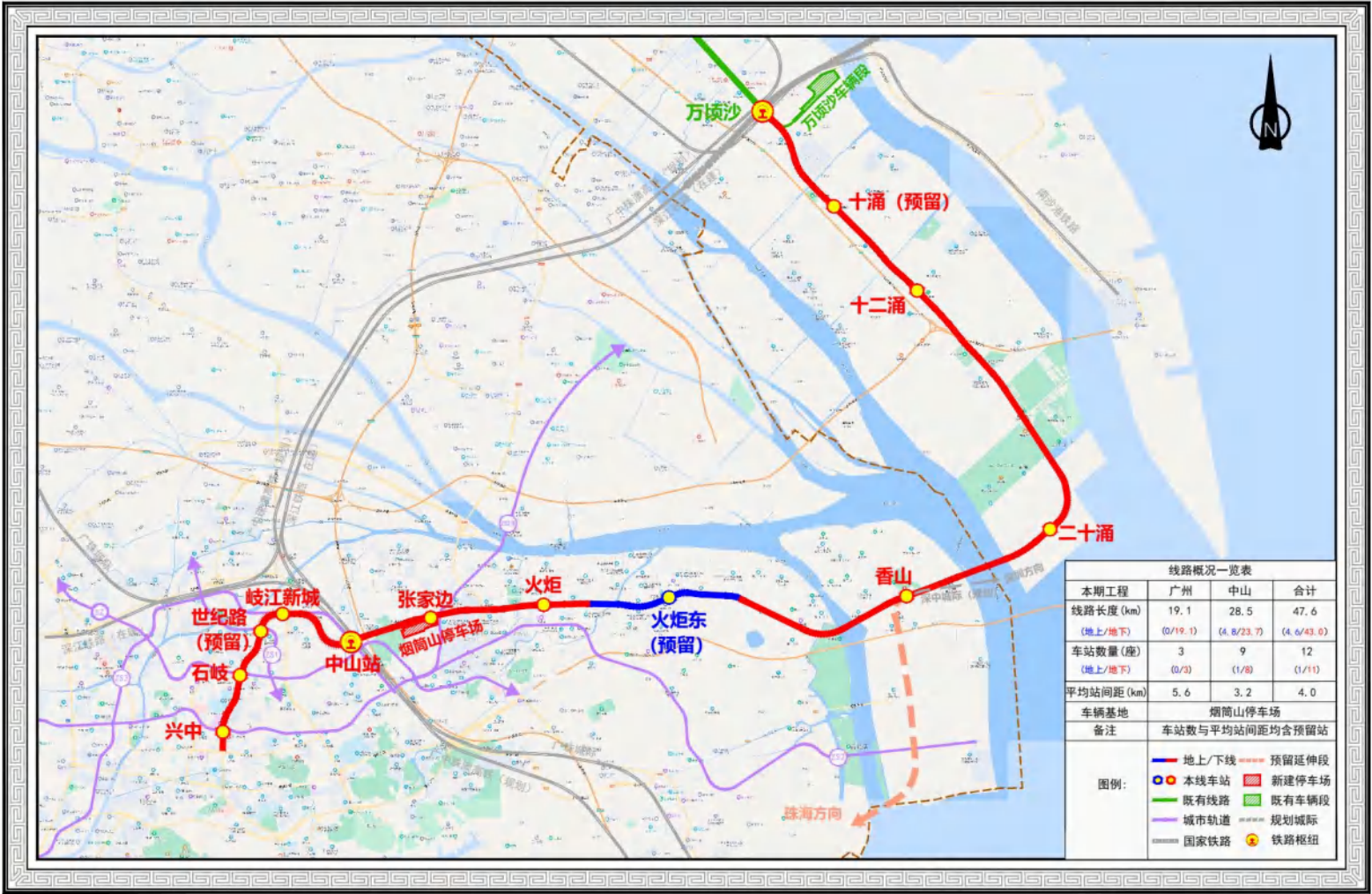


图 2.2-1 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程线路示意图

2.2.2 涉海段平纵断面

(1) 平、纵面布置

由本项目总平面布置图可以看出，涉海段主要布置在香山站-二十涌站，以及火炬东站（预留）-香山站，两段工程涉海段总长约 2.25km。各区间涉海段具体如下：

①香山站-二十涌站区间

香山站-二十涌站区间左线起讫里程为 ZEDK55+241.060~ZEDK59+835.500，右线起讫里程为 YEDK55+447.725~YEDK59+835.500。线路出香山站后向东北方向，下穿茅龙水道，随后下穿翠海道（未来大道）道路及管廊后，继续向东北方向，转向和信路，在和信路路中设置一处盾构井，随后下穿洪奇沥水道，在南沙上岸，向东北下穿万环西路南延线，下穿南中高速大鱼塘大桥，到达二十涌站。该段区间共设置盾构井一座，设置联络通道 2 座，均位于陆域。

本项目香山站-二十涌站涉海段里程范围位于区间左线起讫里程为 ZEDK56+977.951~ZEDK58+637.710，右线起讫里程为 YEDK56+977.948~YEDK58+635.593。该涉海段采用单洞双线隧道方案，下穿洪奇沥水道，总长约 1.45km，隧道顶部设计高程范围为-27.097~-44.169m，隧道底部设计高程范围为-40.472~-57.269m。该涉海段工程平面见图 2.2-2，纵剖面见图 2.2-3。

②火炬东站-香山站区间

火炬东站-香山站地下段与高架分界的洞口位于大尖峰西侧，线路从洞口始发，以 4500m 半径往东南方向穿越大尖峰山体，出山体后下穿华照村到达横门井，线路出横门井后以 1420m（1400m）半径转往东北，下穿给水管、大茅小河和 DN660 高压燃气管后继续往东北行进，下穿横门南汉（又称横门西水道）后进入和信路，侧穿中山粤海城、万科西海岸及招商臻湾府后沿和信路继续前进到达香山站。该段区间设置一座横门井，设置 7 个联络通道，其中 1 座兼作废水泵房，均位于陆域。

本项目火炬东站（预留）-香山站涉海段采用双洞单线隧道方案，下穿横门南汉，总长约 0.80km，左线隧道顶部设计高程范围为-23.553~-33.843m，隧道底部设计高程范围为-32.245~-42.398m，右线隧道顶部设计高程范围为-23.821~-33.950m，隧道底部设计高程范围为-32.478~-42.506m。该涉海段工程平

面见图 2.2-4，纵剖面见图 2.2-5。

（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

本项目二十涌至香山站涉海段采用单洞双线隧道方案，典型横断面示意图 2.2-6；香山至火炬东站（预留）涉海段采用双洞单线隧道方案，典型横断面示意图 2.2-7。

（3）工作井布置

本项目施工机械和工作井均位于陆域。

为满足香山至二十涌区间工法由 8.5m 盾构转为 13.1m 盾构施工的条件，盾构井设置于中山市翠亨新区和信路路中，距东侧洪奇沥水道平面净距约 299m。盾构井长 165m，标准段宽 16.5~20.5m，扩大端宽 26.5~31.0m，基坑深度 34.38~42.93m。

火炬东站（预留）-香山站区间设置横门井，位于中山市海富南路和横门工业新路之间，距东侧横门南汊平面直线距离约 1079m。横门井长 229.6m，标准段宽 22.0~24.0m，扩大端宽 31.0m，基坑深度 15.80~17.56m。

图 2.2-2a 香山站至二十涌站涉海段工程线路平面图（1）

图 2.2-2b 香山站至二十涌站涉海段工程线路平面图（2）

图 2.2-2c 香山站至二十涌站涉海段工程线路平面图（3）

图 2.2-3a 香山站至二十涌站涉海段工程线路左线纵面图（1）

图 2.2-3b 香山站至二十涌站涉海段工程线路左线纵面图（2）

图 2.2-3c 香山站至二十涌站涉海段工程线路左线纵面图（3）

图 2.2-3d 香山站至二十涌站涉海段工程线路右线纵面图（4）

图 2.2-3e 香山站至二十涌站涉海段工程线路右线纵面图（5）

图 2.2-3f 香山站至二十涌站涉海段工程线路右线纵面图（6）

图 2.2-4 火炬东站至香山站涉海段工程线路平面图

图 2.2-5a 火炬东站至香山站涉海段工程线路左线纵面图（1）

图 2.2-5b 火炬东站至香山站涉海段工程线路右线纵面图（2）

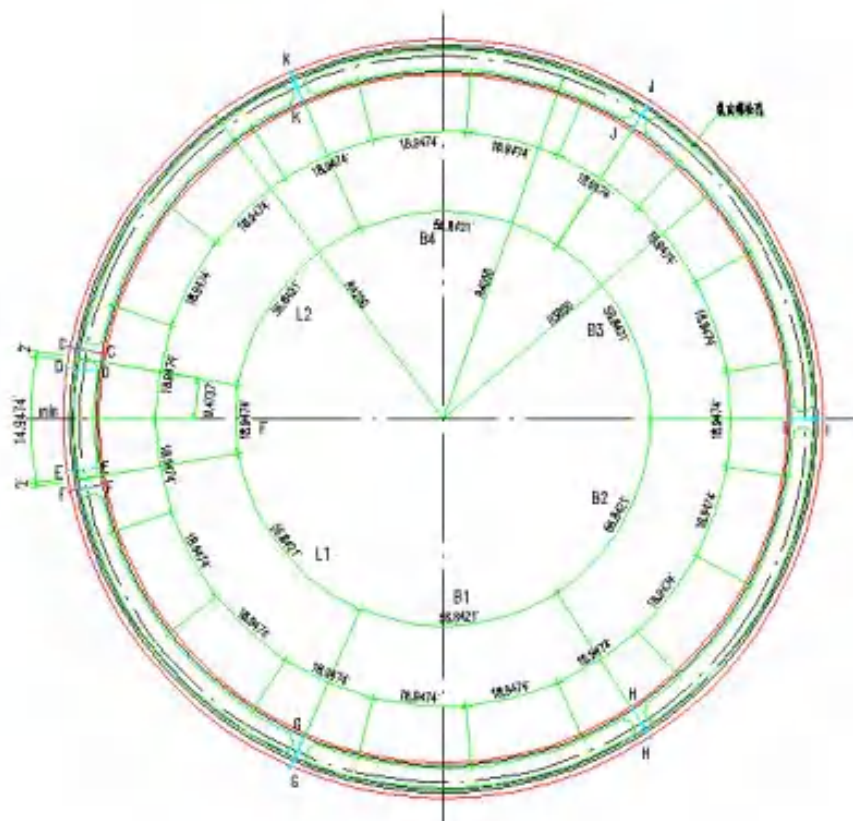
图 2.2-6 洪奇沥水道段隧道典型横断面图

图 2.2-7 横门南汊段隧道典型横断面图

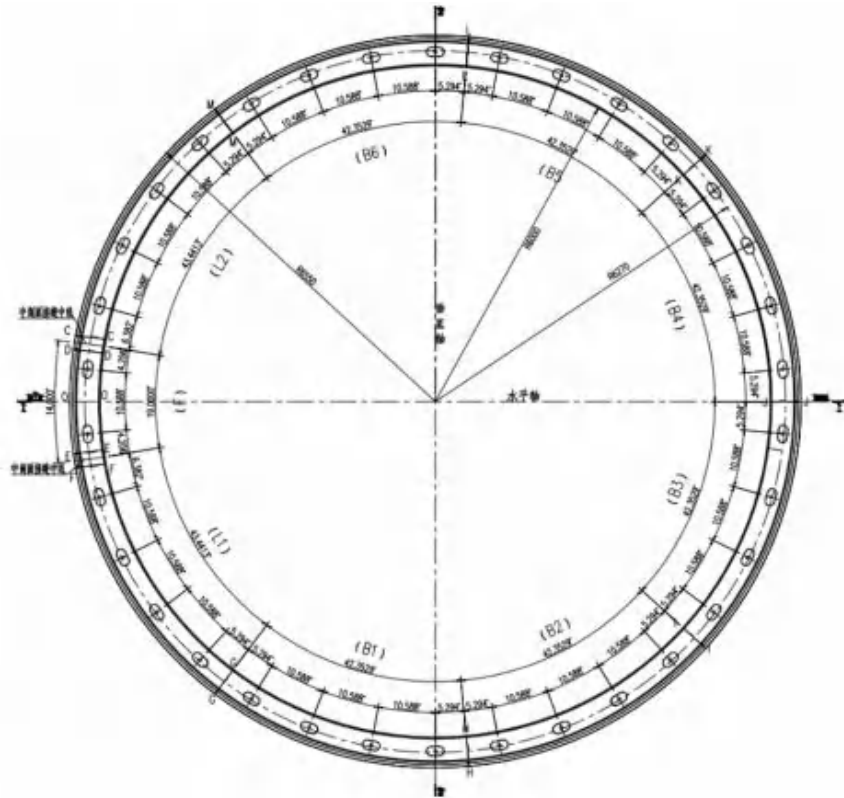
本工程圆形隧道采用单层衬砌结构，衬砌管片拼装形式采用错缝拼装，设置弯螺栓。

(2) 衬砌环类型、管片厚度、分块及宽度

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。



32

图 2.2-9 标准盾构（ $\phi 13.1\text{m}$ ）管片分块示意图

（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实。

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，在钢筒中段周圈内部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，初步确定二十涌至香山段拟采用泥水平衡盾构，香山至火炬东段拟采用土压平衡式盾构，具体以实际施工情况适当调整。

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，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，旋转刀盘切削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，将碴土、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。

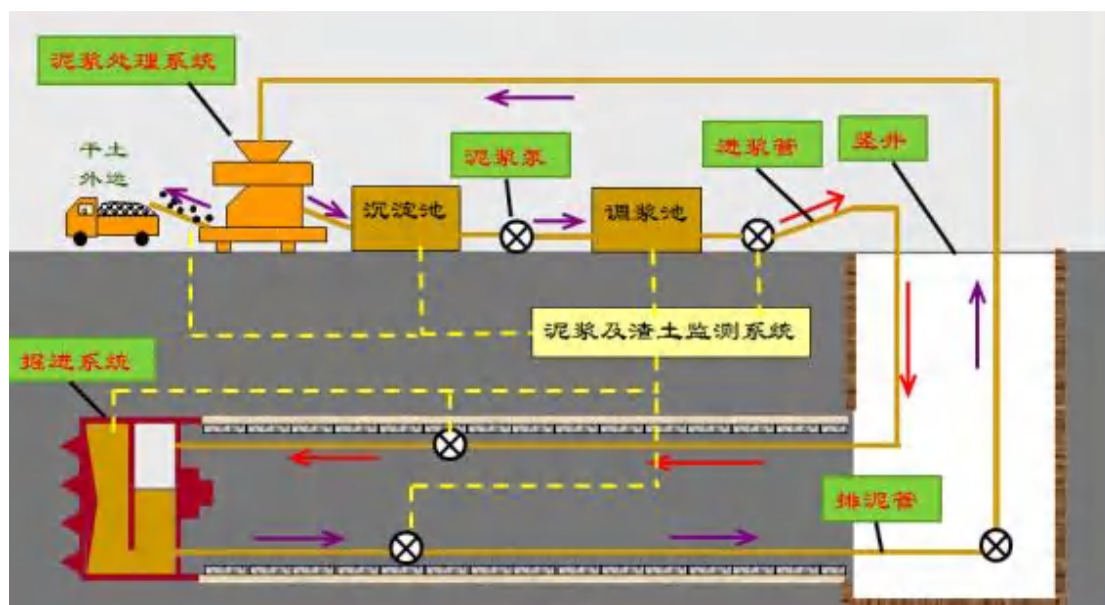


图 2.3-1 盾构隧道施工示意图

（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。

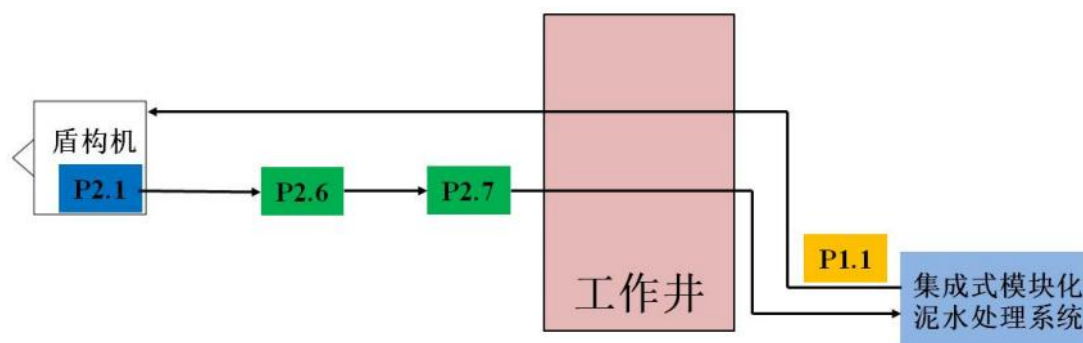


图 2.3-2 盾构机泥水输送系统

（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 μ m 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 μ m 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。

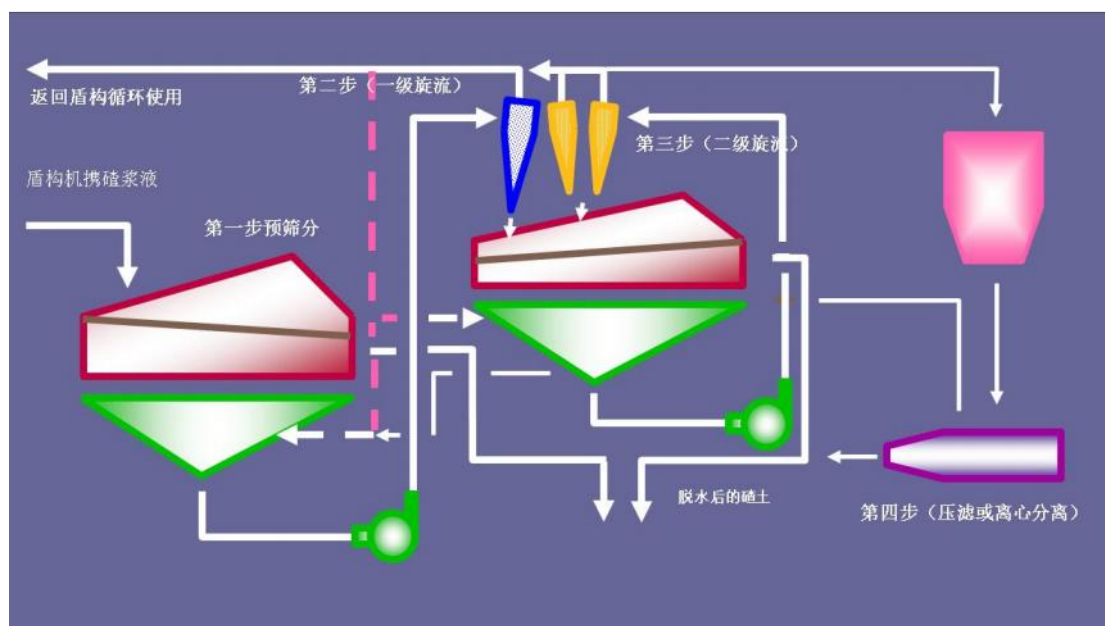


图 2.3-3 泥水分离设备流程图

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。

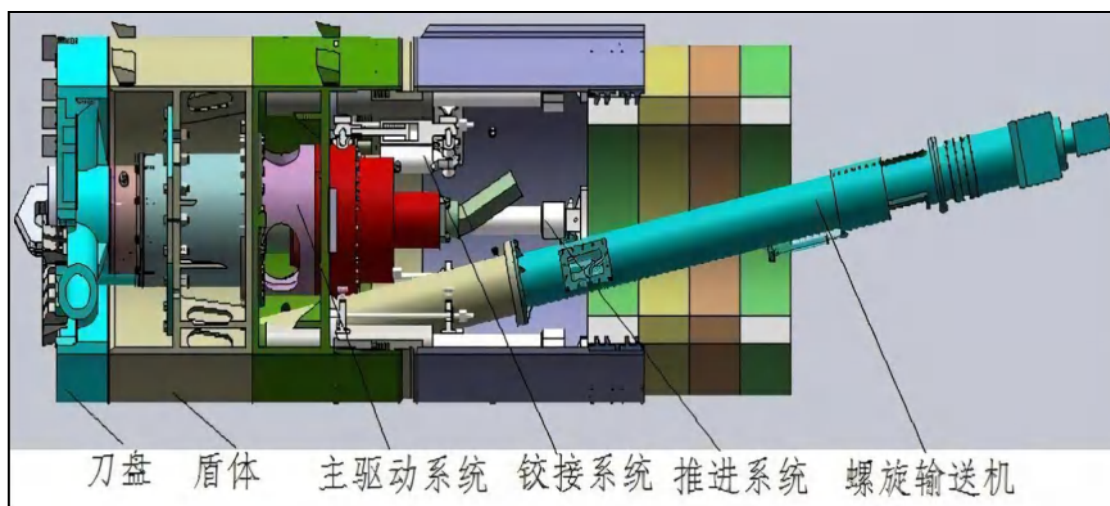


图 2.3-4 盾构隧道施工示意图

2.3.2 弃渣产生量及去向

本项目土石方平衡见表2.3-1。根据工可文件初步估算结果，工程全线土石方挖方总量为919.14万 m^3 ，包括土方304.11万 m^3 （含表土6.69万 m^3 ）、石方286.69万 m^3 、淤泥流砂318.69万 m^3 、泥浆4.60万 m^3 、建筑渣土5.05万 m^3 ；填方总量为271.11万 m^3 ，包括土方153.35万 m^3 （含表土6.69万 m^3 ）、石方7.77万 m^3 、淤泥流砂318.69万 m^3 、建筑渣土104.94万 m^3 ；借方0万 m^3 ；余方总量为648.03万 m^3 ，其中土方150.76万 m^3 、淤泥流砂213.75万 m^3 、泥浆4.60万 m^3 、石方279.92万 m^3 。

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，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。

同时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）。



图 2.3-5 经过压滤干化系统处理的渣土和水

表 2.3-1 本项目土石方平衡表

项目组成	挖方						填方					调入				调出			借方	余方										去向
	小计	土方	淤泥 流砂	泥浆	石方	建筑 渣土	小计	土方	石方	淤泥 流砂	建筑 渣土	土方	石方	建筑 渣土	来源	土方	建筑 渣土	去向		合计	综合利用			外运						
																					小计	淤泥 流砂	石方	小计	土方	淤泥 流砂	泥浆	石方		
车站工程区	309.47	106.93	165.07	2.55	31.82	3.10	114.65	56.96	6.52	51.17	0	0	0	0	/	49.97	3.1	土方调至施 工生产生活 区，建筑渣 土调至施工 便道区	/	141.75	83.52	68.34	15.18	58.23	0	45.56	2.55	10.12	石料可以分类用于 混凝土骨料，各类砂 料用于混凝土细集 料；项目剩余土石方	
区间工程区	462.7	112.19	153.62	2.05	192.89	1.95	66.95	13.18	0	53.77	0	0	0	0	/	0	1.95	调至施工便 道区	/	393.8	229.65	59.91	169.74	164.15	99.01	39.94	2.05	23.15	供应给当地建设项 目用于场地填筑；剩	
停车场区	137.74	75.76	0	0	61.98	0	25.26	24.01	1.25	0	0	0	0	0	/	0	0	/	/	112.48	60.73	0	60.73	51.75	51.75	0	0	0	0	余的淤泥流砂运至 当地洗砂场或其他
变电所工程区	0.25	0.25	0	0	0	0	0.25	0.25		0	0	0	0	0	/	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	项目底泥处理厂进 行洗砂，淤泥压制
施工便道区	0.86	0.86	0	0	0	0	5.91	0.86	0	0	5.05	0	0	5.05	车站工 程区、 区间工 程区	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	泥饼制砖或场地填 筑；泥浆经浆渣分
施工生产生活区	1.43	1.43	0	0	0	0	51.4	51.4	0	0	0	49.97	0	0	/	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	后，渣土用于场地填 筑，泥浆继续循环
表土	6.69	6.69	0	0	0	0	6.69	6.69	0	0	0	0	0	0	/	0	0	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	利用，最终产生的少 量泥浆在沉淀池内
合计	919.14	304.11	318.69	4.6	286.69	5.05	271.11	153.35	7.77	104.94	5.05	49.97	0	5.05		49.97	5.05		/	648.03	373.9	128.25	245.65	274.13	150.76	85.5	4.6	33.27	固化后填埋处理。	

说明：1. 以上土石方量均为自然方。

2. 主体工程设计中，挖方、余方为自然方，填方、本桩利用为压实方，本方案已根据主体工程设计提供的压实系数：土方自然方/压实方 = 1:1.09~1.16，石方自然方/压实方 = 0.92:1，全部转换为自然方。

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 2.3-2。

表 2.3-2 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
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	

其中，包含涉海段的区间施工进度计划如下：

1) 二十涌至香山段大盾构：明挖井前期 2023.1 开工，4 个月工期；土建开工 2023.5，具备始发条件 2024.6；盾构始发 2024.7，二十涌站接收盾构 2025.12，实现洞通，短轨通 2026.11，交付联通 2027.4。

2) 香山至火炬东段盾构：明挖横门井，前期 6 个月；土建开工 2023.7；主体完工 2025.7；区间第一条线始发 2025.1；第二条线始发 2025.3；双线洞通 2027.3（160m/月）；联络通道完工 2027.9；短轨通 2027.12；交付联通 2028.4。

目前，本项目陆域已全面开展施工，涉海段盾构施工仍在准备中。

2.4 项目用海需求

本项目宗海图绘制详见 7.5.2 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交通运输用海，二级类为路桥隧道用海。

（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8.5337公顷，均为海底隧道用海，拟进行海域立体分层确权，申请用海空间为海域底土空间，其中洪奇沥水道涉海段用海面积4.7136公顷（包含与南沙大型城市综合体临时工程港池用海垂向投影重叠面积0.9137公顷），隧道高程范围-27.0~-57.3m，横门南汉涉海段用海面积3.8201公顷，隧道高程范围-23.5~-42.6m。

项目用海占用（下穿）岸线总长度为169m，其中占用（下穿）洪奇沥水道岸线长度67m，均为人工岸线，占用（下穿）横门南汉岸线长度102m，均为自然岸线。项目用海不涉及岸线占补。

（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 1 小时通达的时空目标，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求。

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。

《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 1 小时通达为目标，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，本线香山站至兴中站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，与国铁、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 and 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南汊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综合考虑，拟采用盾构海底隧道方式，海底隧道必须穿越海底岩土。因此，本项目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（万顷沙—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底土空间，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（广州市南沙区），终点站兴中站（中山市）。涉海工程为两处跨海海底隧道，分别下穿洪奇沥水道和横门南汊，合计长度约2.25km。

本项目工程地理位置见图3.1-1。

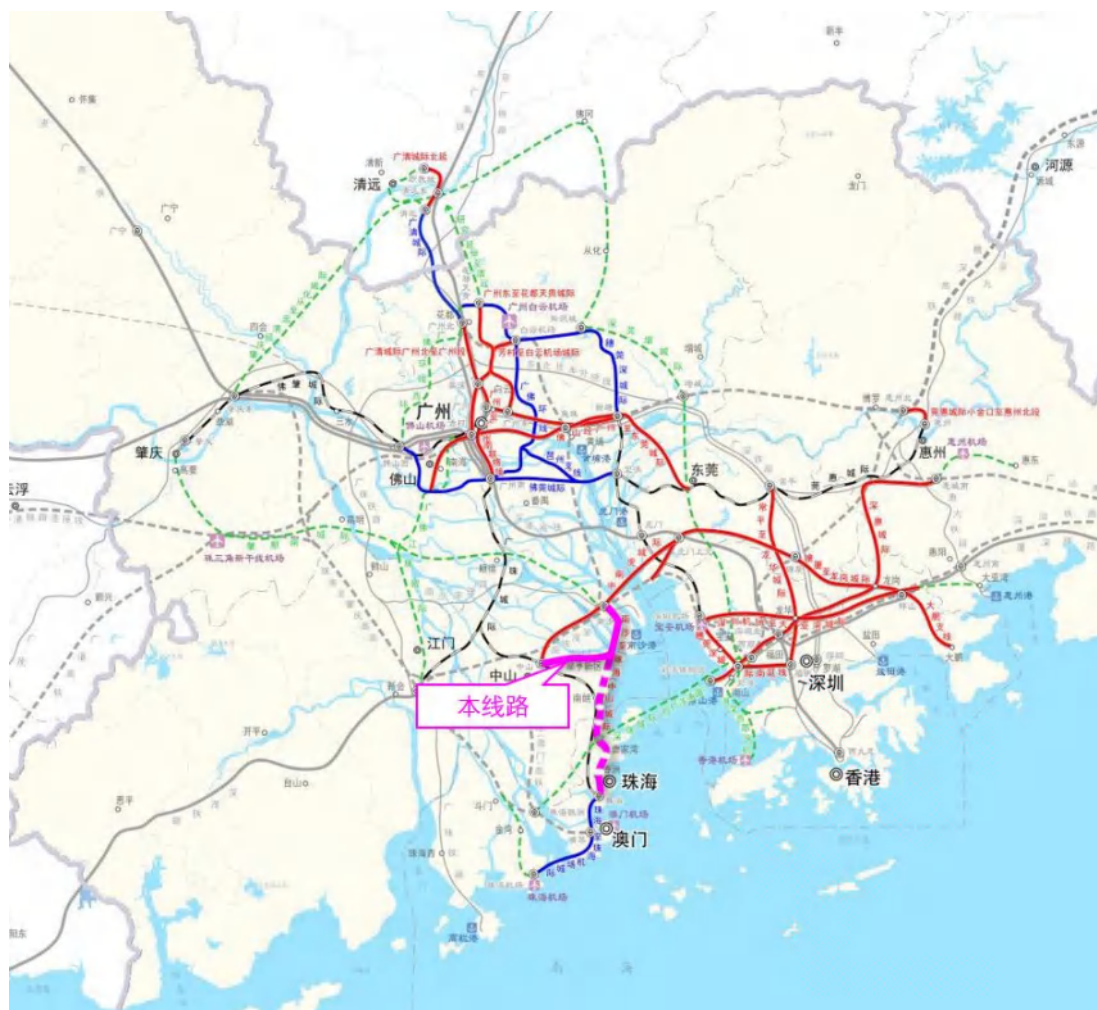


图3.1-1 本项目地理位置示意图

3.1.2 地质地貌

3.1.2.1 地形地貌

总体来说，本项目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）海域地形地貌特征

本项目涉海段所在海域主要为伶仃洋，其地貌特征及历史演变参考《新建深茂铁路深圳至江门段珠江口隧道工程涉水专题-河床演变分析专题报告》（珠江水利委员会科学研究院，2017年10月）和《新建铁路深圳至茂名铁路深圳至江门段跨越洪奇沥水道大桥航道通航条件影响评价报告》（广东正方圆工程咨询有限公司，2019年10月）。

1) 动力地貌总体架构

伶仃洋是珠江口东部四个口门（虎门、蕉门、洪奇沥和横门）注入的河口湾，位于东经 113°33′~114°09′，北纬 22°12′~22°45′之间。湾型呈喇叭状，走向接近 NNW—SSE 方向，湾顶宽约 4km（虎门口），湾口宽约 30km（澳门至香港大濠岛之间），纵向长达 72km，水域面积 2110km²。

伶仃洋湾顶由沙角和大角山对峙形成峡口，湾口面对万山群岛天然屏障；东部沿岸多湾，由北往南有交椅湾、大铲湾、深圳湾；西岸由北往南多滩，蕉门、洪奇沥和横门的出口附近堆积着许多浅滩；中部有淇澳岛和内伶仃岛扼守湾腰，东南有暗士顿水道经香港的汲水门水道连接维多利亚港，湾口西南侧有洪湾水道与磨刀门河口相通。习惯上，把赤湾、内伶仃岛、淇澳岛、唐家一线以北的伶仃洋水域称为内伶仃洋，南水域称外伶仃洋。

伶仃洋水下地形具有西部浅、东部深的横向分布趋势和湾顶窄深、湾腰宽浅、湾口宽深的纵向分布特点，滩槽分布呈“三滩两槽”的基本格局，三滩指西滩、中滩和东滩，两槽指东槽和西槽，具体见图 3.1-2。

东槽又称矾石水道，位于东滩和中滩之间，由川鼻水道经丫仔山、大铲岛、

赤湾西侧、铜鼓岛东侧，向东流入香港暗士顿水道；西槽又称伶仃水道，位于中滩和西滩之间，由川鼻水道经舢舨洲东侧和内伶仃岛西侧，再由大濠岛与桂山岛之间深槽流入外海，该深槽长期以来作为广州港的出海深水航道一直在使用和维护。此外，在蕉门、洪奇沥和横门三个分流河口还分布有口外冲刷深槽。

东滩沿东岸呈条带状分布，紧靠东槽的东侧；中滩又称矾石浅滩，夹于东槽和西滩之间，形状为南宽北窄狭长状；西滩位于西槽以西，面积广阔，由于被蕉门南北汊道、洪奇门和横门延伸汊道的分割而形成几条平行排列的水下沙脊，由鸡抱沙浅滩、孖沙浅滩、沙仙尾滩、进口浅滩、横门浅滩等大小浅滩构成。

图 3.1-2 伶仃洋三滩两槽水下地形示意图

2) 滩槽演变情况

图 3.1-3 为 1976 年以来伶仃洋北部海域 0m、-3m、-5m 和-10m 等深线变化图，通过对比分析，伶仃洋滩槽演变总体趋势有以下基本特征：

西滩不断淤高，部份滩体被围垦成陆，浅滩还向东南方向扩展。1976 年地形图上的鸡抱沙、龙穴岛等浅滩，已围垦一体，成为龙穴岛；万顷沙下游的沙仙尾滩，也已围垦成为万顷沙的一部份；横门岛的面积也由于围垦增加；在已围垦的下游出现新的沙滩，随着沙滩的淤涨整体向东南方向扩展。

伶仃水道由于受西滩东扩的影响，在进口浅滩附近深槽较宽处，宽度上有所缩小，由于水道内最深处为伶仃航道，此航道自上世纪 90 年代以后，一直处于疏深和拓宽的开发过程中，受伶仃航道上下深槽贯通后槽内水流顺畅和人工疏浚的影响，西滩扩展到距航道一定距离后会难以向东扩展。

中滩在伶仃航道一侧变化不大，在矾石水道（东槽）一侧则有所淤涨，淤涨较大的区域位于内伶仃岛东北侧与孖洲岛之间水域。仅 2008~2011 年这三年期间，该水域就形成了大片-2m 以浅的心滩。分析认为，与上游不远处近两年大规模挖沙形成浑水沙源从而增强淤积有密切关系。

在东槽西侧近年来发育有一条-5m 甬沟沿南北方向嵌入中滩，该甬沟在 2008 年时几乎要与西槽东侧的倒套接通，到了 2011 年，该甬沟有往回退缩的趋势。目前看来中滩尚不会发生被切割的危险，但需要密切关注其发展动态。如任由该甬沟发展下去，最终会在伶仃岛北侧形成连接东、西槽的新通道，这对中滩的稳定性乃至伶仃洋“三滩两槽”动力地貌的基本格局带来很多不确定的影响。

矾石水道上游的川鼻深槽-10m 线趋向北退缩，下游的大铲湾口深槽-10m 线也向南退缩。受中滩往东淤涨影响，矾石水道下段槽宽明显缩窄。在矾石水道中部，近几年出现了面积达数十平方公里的-10m 以深的连片深坑，经调查为大规模挖沙所致。

东滩形态总体稳定，受岸线开发影响，浅滩面积有所缩小。

3) 地貌演变分析

本项目涉海段的河床演变在自然演变为主的年份相对稳定，河床和航道的形态近期因受采砂、河口滩涂围垦、航道整治等人类活动影响而发生较大变化。但人类活动是有规划先行、科学指导下有序进行的，所以河道及航道冲淤强度是可控的。

隧道工程埋于地下，采用盾构方式穿越珠江，无河床之上的构筑物。隧道工程的建设对工程河段的河床演变规律不产生影响。

由此可见，考虑到珠江三角洲经济发达，工程所在水域人类活动较为频繁，隧道工程方案在充分考虑人类活动对河床演变的影响，为隧址河段航道发展预留空间的前提下，该河段具备建设隧道的河势条件。

（2）工程区水深地形

项目涉海段主要为二十涌站至香山站区间下穿越**洪奇沥水道**过江段，香山站向中山方向转向西行进入火炬开发区接入火炬东（预留）过程中下穿**横门西水道**段。本线路所在海域水深地形情况见图 3.1-4。

洪奇沥水道为典型的三角洲潮汐河道，河段宽约 800m，平均水深 8m，最大水深约 9.5m。水道位于南沙区西南边界，毗邻顺德和中山，北起顺德县板沙尾，接容桂水道，向东南流经广州市南沙区万顷沙镇经洪奇门入海。

横门水道位于珠江口西岸中部，由鸡鸦水道和小榄水道在港口镇大南尾汇流而成，河面自上游向下游由窄变宽。横门水道河道由大南尾至横门口全长约 12km，河面宽约 800~1000m，低潮水深 3.5~6m。横门水道出横门后在马鞍北岛马鞍山处分为南、北两汉，北汉（横门东水道）为主干，与洪奇沥水道相汇后，经汇合延伸段入伶仃洋，南汉经芙蓉山峡口后，向南流入伶仃洋。

图 3.1-3a 伶仃洋北部历年 0m 线变化

图 3.1-3b 伶仃洋北部历年-3m 线变化

图 3.1-3c 伶仃洋北部历年-5m 线变化

图 3.1-3d 伶仃洋北部历年-10m 线变化

图 3.1-4a 本项目所在海域水深地形图（洪奇沥水道段）

图 3.1-4b 本项目所在海域水深地形图（横门南汊段）

3.1.2.2 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 3.1-5。

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°~80°，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 号断裂在二十涌站至香山站区间通过，与线路垂直相交。本次勘察未揭露。

图3.1-5 本项目所在区域地质构造分布图

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 $150^{\circ}\angle 45^{\circ}$ ，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）站至二十涌站区间通过，F101-3 号断裂在二十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。

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 $NE50^{\circ}\sim 79^{\circ}$ ，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 10~35 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 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，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。

3.1.2.3 工程地质

根据《南沙至珠海（中山）城际工程（万顷沙—兴中段）初步勘察阶段补充岩土工程勘察报告》，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（ Q_4^{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。该层在场内地零星发育，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} 、 $Ptgn$ 、 K_1^{b2} 、 $O_{1\eta\gamma}$ 、 $T_3\eta\gamma$)

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} 、 $Ptgn$ 、 K_1^{b2} 、 $O_{1\eta\gamma}$ 、 $T_3\eta\gamma$)

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>，现分述如下：

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钻孔平面图、典型纵断面图见图 2.2-2~图 2.2-5，钻孔柱状图见图 3.1-6。

3.1.2.4 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 3.1-6a 工程地质典型钻孔柱状样实物图

图 3.1-6b 工程地质典型钻孔柱状图（1）

图 3.1-6c 工程地质典型钻孔柱状图（2）

3.1.3 气候气象

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

本工程附近有广州南沙海洋站，根据该海洋站 2007 年 4 月~2015 年 12 月的实测气象资料，统计分析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 3.1-7。

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		

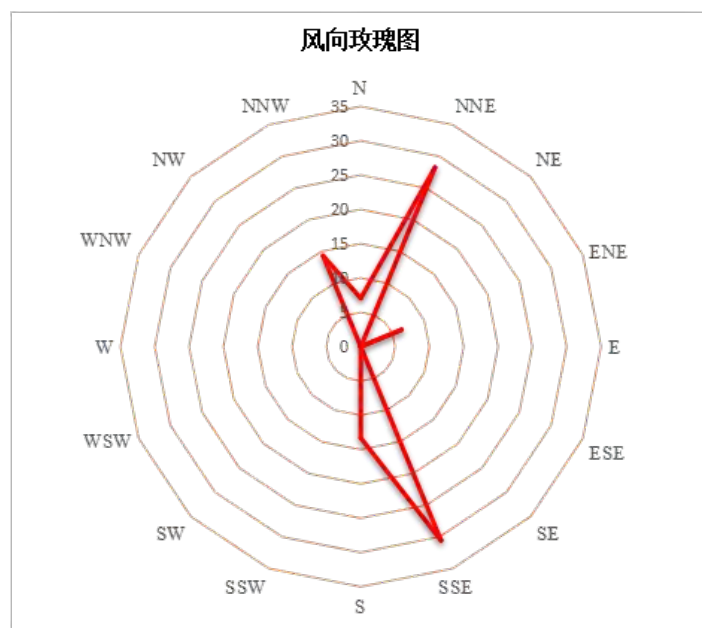


图 3.1-7 项目区域风玫瑰图

（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

3.1.4.1 潮汐

（1）潮汐特征

潮差：珠江口门平均潮差约为 0.85~1.62m，属于弱潮河口，其中以虎门的潮差最大，黄埔最大涨潮差达到 3.38m。横门、洪奇门、蕉门等径流作用较强的河道型河口，潮差自口门向上游呈递减趋势，而伶仃洋河口湾，自湾口向内至湾顶潮差沿程增加，赤湾多年平均涨潮差为 1.38m，到黄埔达到 1.62m。

潮历时：口门外的赤湾涨、落潮历时几乎相等，潮位过程呈对称型。口门以内，无论洪季还是枯季，落潮历时均大于涨潮历时，越往上游此现象越明显，多年平均涨潮历时只有 4h46min，而落潮历时达到 8h18min。枯季涨潮历时较洪季长，而落潮历时则相反。东四口门中多年平均落潮历时与涨潮历时的比值以洪奇门冯马庙最小，以虎门大虎最大。

山潮比：多年平均山潮比虎门最小，其他口门由小到大依次为蕉门、洪奇门、横门。丰水年山潮比大，枯水年山潮比值小。虎门山潮比为 0.38，属径流弱潮流强的潮流型口门，但近年来虎门的径流相对增强，其他三个口门的山潮比大于 1，属于径流型河口，近年来洪奇门、横门和蕉门的山潮比有所增加。

风暴潮及台风增水：伶仃洋的台风风暴潮增水现象与台风登陆的路线有关。台风在深圳至台山之间登陆时均能引起海区较大的增水，强台风增水 1m 以上，小台风增水 0.8m 以下；在雷州半岛至海南岛北部之间登陆时，只有强台风和中台

风有增水影响；在大亚湾以东登陆时，只有强台风有小增水影响。伶仃洋的喇叭形口门形态对风暴增水有影响，当风暴潮波向里传入时，波能逐渐集中，波高相对增大，其最大相对增水值由外向里逐渐递增，如赤湾为 1.50m，横门为 1.68m，舢舨洲为 2.43m。此外，洪水径流和潮流对台风风暴潮增水亦有一定作用，如 6~9 月既是台风出现频率大的季节，又是洪峰集中的月份，当台风风暴潮遇上洪峰到来时，往往导致潮位猛升。

（2）潮汐类型

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。

中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 7 月 11~12 日（大潮期）在项目附近海域进行了水文观测，共布设水文测站 9 个，编号为 V1~V9；潮位站 2 个，编号为 V1、V6，具体位置见表 3.1-2 及图 3.1-8。

图 3.1-8 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			海流、泥沙、温盐、潮位
V2			海流、泥沙、温盐
V3			海流、泥沙、温盐
V4			海流、泥沙、温盐
V5			海流、泥沙、温盐
V6			海流、泥沙、温盐、潮位
V7			海流、泥沙、温盐
V8			海流、泥沙、温盐
V9			海流、泥沙、温盐

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 24 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 0.98 和 1.14，

介于 0.5 和 2 之间，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 3.1-9 的潮位过程曲线可以看到，项目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）

测站 分潮	V1		V6	
	振幅 H (cm)	迟角 g (°)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)
O ₁	0.406	201.9	0.273	165.9
K ₁	0.503	250.9	0.338	214.8
M ₂	0.659	127.4	0.503	97.7
S ₂	0.263	156.0	0.201	126.3
M ₄	0.166	143.8	0.073	103.0
MS ₄	0.099	203.8	0.044	162.9
F	1.4		1.2	

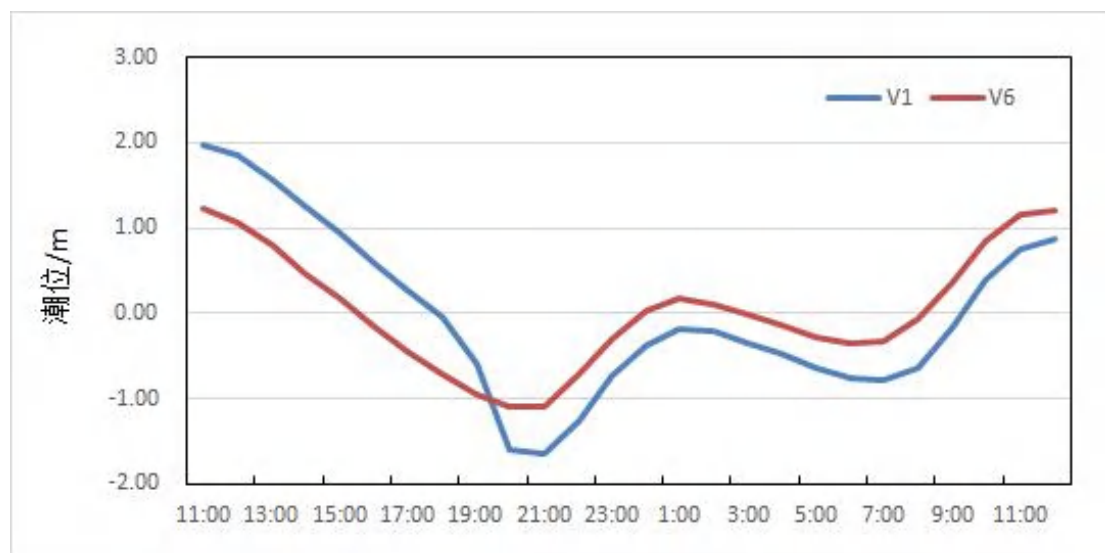


图 3.1-9 V1 站和 V6 站潮位过程曲线（2021 年 7 月 11~12 日）

3.1.4.2 海流

大潮期海流观测于 2021 年 7 月 11 日 11 时~12 日 11 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 3.1-10。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 15.1~46.3cm/s 之间，落潮流流速平均值在 16.0~53.5cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 46.3cm/s，方向为 348.2°，出现在 V8 站的表层；最大落潮流的平均值为 53.5cm/s，方向为 129.6°，出现在 V2 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 78.5cm/s、79.1cm/s、71.1cm/s，流向分别为 346.6°、344.2°、347.4°，均出现在 V8 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 99.1cm/s、81.4cm/s、67.3cm/s，流向分别为 129.3°、132.7°、127.9°，分别出现在 V2 站、V2 站和 V6 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长于涨潮流历时。

表 3.1-4 项目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										
		中层										
		底层										
	V2	表层										
		中层										
		底层										
	V3	表层										
		中层										
		底层										
	V4	表层										
		中层										
		底层										
	V5	表层										
		中层										
		底层										
	V6	表层										
		中层										
		底层										
	V7	表层										
		中层										
		底层										
	V8	表层										
		中层										
		底层										
	V9	表层										
		中层										
		底层										

图 3.1-10a 项目附近实测海流玫瑰图（表层）

图 3.1-10b 项目附近实测海流玫瑰图（中层）

图 3.1-10c 项目附近实测海流玫瑰图（底层）

3.1.4.3 余流

表 3.1-5 为大潮期间各测站的余流，图 3.1-11 是各站余流分布图。从图表中可知，项目附近各站余流大小量值介于 1.2~22.8 cm/s 之间，最大余流出现在 V3 站表层，大小为 22.8cm/s，方向为 146.3°；最小余流出现在 V5 站表层，大小为 1.2cm/s，方向为 116.7°。

就整个海域而言，大潮期间，余流较小，方向以东南向为主。

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		
		中层		
		底层		
	V2	表层		
		中层		
		底层		
	V3	表层		
		中层		
		底层		
	V4	表层		
		中层		
		底层		
	V5	表层		
		中层		
		底层		
	V6	表层		
		中层		
		底层		
	V7	表层		
		中层		
		底层		
	V8	表层		
		中层		
		底层		
	V9	表层		
		中层		
		底层		

图 3.1-11 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 0.10kg/m^3 ，介于 $0.0039\sim 0.0840\text{kg/m}^3$ 之间。

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 0.0608kg/m^3 、 0.0692kg/m^3 、 0.0840kg/m^3 ，分别出现在 V7、V7、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	平均
V1	表				0.0262
	中				
	底				
V2	表				0.0180
	中				
	底				
V3	表				0.0134
	中				
	底				
V4	表				0.0154
	中				
	底				
V5	表				0.0107
	中				
	底				
V6	表				0.0358
	中				
	底				
V7	表				0.0300
	中				
	底				
V8	表				0.0321
	中				
	底				
V9	表				0.0223
	中				
	底				

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 3.1-12。

图 3.1-12 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			√	√	√		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			√	√	√		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			√				执行海水水质四类，沉积物三类，生物体三类
4			√				执行海水水质四类，沉积物三类，生物体三类
5			√	√			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			√	√	√		执行海水水质四类，沉积物三类，生物体三类
7			√	√	√		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			√	√	√		海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状
9			√				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			√				执行海水水质二类、沉积物一类、生物质量一类
11			√	√			执行海水水质二类、沉积物一类、生物质量一类
12			√	√	√		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						潮间带	/
H2						潮间带	/
H3						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：

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{si}$$

式中： S_{ij} 为评价因子 i 的水质指数； C_{ij} 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：

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

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

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，℃。

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，站位3、4、6、10和11执行相应海洋功能区水质标准，主要表现为无机氮超标，其中站位6超水质四类标准、站位10和11超水质二类标准，均为劣四类，其他指标均符合相应功能区海水水质标准。除上述5个站位外，其他站位对应要求维持现状，除无机氮外，其他指标均满足海水水质一、二类标准，无机氮有60%站位为劣四类，相对四类标准的最大倍数为2.346。

总体来说，海域主要污染水质因子为无机氮，主要与陆域人类生活生产等活动带来大量无机氮入海有关。

表 3.1-8 海水水质监测结果

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	无机氮 mg/L	活性磷酸 盐 mg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 ug/L
1	表															
1 平行	表															
2	表															
3	表															
4	表															
5	表															
5	底															
6	表															
7	表															
7	底															
8	表															
9	表															
10	表															
11	表															
12	表															
最大值		8.88	2.18	8.00	16.06	0.043	55	0.1238	0.126	1.004	1.173	0.030	2.8	2.31	10.8	0.11
最小值		6.77	0.88	7.73	0.19	0.021	10.3	0.0678	0.020	0.055	0.221	0.017	1.4	<0.03	5.3	<0.01
平均值		7.59	1.35	7.84	4.47	0.030	19.2	0.0968	0.053	0.529	0.679	0.024	1.9	0.47	6.8	0.04

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	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	
3	表	0.318	0.264	0.556	0.050	0.886	0.556	0.036	0.003	0.015	0.001	四类
4	表	0.155	0.190	0.439	0.062	0.784	0.578	0.028	0.003	0.012	0.001	四类
6	表	0.067	0.278	0.433	0.054	1.310	0.533	0.032	0.003	0.016	0.001	四类
10	表	0.512	0.477	0.553	0.500	3.579	0.767	0.200	0.462	0.216	0.012	二类
11	表	0.065	0.473	0.573	0.640	3.730	0.733	0.180	0.314	0.112	0.010	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	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉
1	表	0.062	0.620	0.527	0.620	0.842	0.800	0.400	0.070	0.315	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	二类	二类	一类	一类	一类	一类
1 平行	表	0.185	0.610	0.533	0.600	0.738	0.833	0.380	0.150	0.320	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	二类	二类	一类	一类	一类	一类
2	表	0.274	0.645	0.647	0.420	1.154	0.767	0.340	0.540	0.305	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
5	表	0.411	0.625	0.653	0.560	0.939	0.800	0.440	0.090	0.420	0.020
满足标准		一类	一类	一类	一类	四类	二类	一类	一类	一类	一类
5	底	0.356	0.690	0.513	/	1.232	1.000	0.380	0.070	0.280	0.040
满足标准		一类	一类	一类	/	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
7	表	0.164	0.745	0.547	0.680	1.784	0.967	0.320	0.710	0.265	0.040
满足标准		一类	一类	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
7	底	0.192	0.680	0.527	/	2.040	0.733	0.340	0.015	0.265	0.090
满足标准		一类	一类	一类	/	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
8	表	0.110	0.440	0.527	0.860	0.854	0.833	0.300	0.150	0.350	0.005
满足标准		一类	一类	一类	一类	二类	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

9	表	0.253	0.727	0.487	0.620	2.060	0.700	0.560	0.700	0.405	0.110
满足标准		一类	二类	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类
12	表	0.110	0.710	0.580	0.560	2.346	0.567	0.440	0.280	0.280	0.110
满足标准		一类	一类	一类	一类	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 3.1-12。

（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						
2						
6						
7						
8						
12						
最大	58.9	56.5	116.4	0.10	2.15	861.8
最小	14.6	12.4	72.7	<0.04	0.26	11.3
均值	34.0	25.6	96.9	0.04	1.06	267.6

（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，站位 6 满足其对应执行的海洋功能区沉积物质量标准，其他要求维持现状的站位除站位 1 石油类、站位 7、8 铜符合二类沉积物质量标准外，其余站位及因子均符合一类沉积物质量标准。

表 3.1-11 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	0.940	0.458	0.636	0.040	0.550	0.862
	符合标准	一类	一类	一类	一类	一类	二类
站位 2	标准指数	0.934	0.207	0.587	0.040	0.390	0.539
	符合标准	一类	一类	一类	一类	一类	一类
站位 6	标准指数	0.134	0.069	0.183	0.004	0.538	0.015
	执行标准	三类	三类	三类	三类	三类	三类
站位 7	标准指数	0.589	0.942	0.662	0.200	0.680	0.297
	符合标准	二类	一类	一类	一类	一类	一类
站位 8	标准指数	0.379	0.363	0.776	0.120	0.345	0.583
	符合标准	二类	一类	一类	一类	一类	一类
站位 12	标准指数	0.417	0.303	0.485	0.040	0.130	0.023
	符合标准	一类	一类	一类	一类	一类	一类

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 8 个，具体见表 3.1-7 和图 3.1-12。

（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，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	红树蚬						
2	1	鲢						
3	2	三角鲂						
4	6	圆吻海鲷						
5	7	长鳍莫鲻						
6	8	近缘新对虾						
7	12	拟穴青蟹						

(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）中第二类标准，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。

表 3.1-13 生物体内各项指标的质量指数

种类	站号	物种名称	铜	铅	锌	镉	石油烃
贝类	1	红树蚬	0.732	0.340	4.426	0.110	9.454
鱼类	1	鲢	0.050	0.090	0.530	0.017	2.100
	2	三角鲂	0.050	0.095	0.895	0.037	0.780
	6	圆吻海鲷	0.120	0.100	0.850	0.035	0.700
	7	长鳍莫鲻	0.050	0.090	0.313	0.030	1.650
甲壳类	8	近缘新对虾	0.173	0.125	0.397	0.051	1.025
	12	拟穴青蟹	0.124	0.010	1.061	0.221	1.540

由表可知，本次调查海域贝类生物体中锌、石油烃超标严重，为劣三类，其他因子均符合海洋生物质量二类标准限制。部分鱼类、甲壳类生物体中石油烃出现超标现象，个别甲壳类生物体中锌也出现轻微超标情况；其他因子均满足相应生物质量标准要求。

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 8 个，潮间带生物调查断面 3 个，游泳生物调查断面 8 个，具体调查站位见表 3.1-7 和图 3.1-12。

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 0.5m/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 (扫海宽度取浮网长度的 2/3);

y —平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind./h);

E —逃逸率 (取 0.5)。

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

55.56ind/m²，平均生物量为 0.36g/m²。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 13.31g/m²，平均栖息密度为 34.07 ind/m²。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 ind/net。仔鱼出现率为 100.00%，各站平均捕获数量平均为 11.67 ind/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 ind/m³。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 9.04ind/m³，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 10.45kg/h 和 931.00ind/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 kg/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 红树林典型生态

根据华南农业大学林学与风景园林学院调查团队于 2023 年 6 月 11~13 日在该区域开展的红树林及湿地植被实地调查情况。本次调查共记录了 6 种红树植物，其中包括：无瓣海桑（*Sonneratia apetala* Buch.-Ham.）、秋茄（*Kandelia candel* (L.) Druce）、桐花树（*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco）、苦郎树（*Volkameria inermis* L.）、老鼠簕（*Acanthus ilicifolius* L.）、杨叶肖槿（*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa）。其中以人工栽培的无瓣海桑、秋茄、桐花树为主；天然起源的苦郎树、老鼠簕和杨叶肖槿只是零星在样地中出现。群落包括无瓣海桑-秋茄群落、桐花树-秋茄群落、无瓣海桑纯林和无瓣海桑-秋茄-桐花树群落。

①无瓣海桑-秋茄群落特征

无瓣海桑-秋茄群落是调查区域内面积最大的优势红树植物群落类型，为单优群落，由人工种植的无瓣海桑和秋茄建群种组成的红树林群落，呈带状分布在堤岸边，外观呈翠绿色。调查结果显示：该群落无瓣海桑的植株个体密度为 900 株/hm²，秋茄个体密度为 4000 株/hm²。无瓣海桑的胸径位于 21.8~37.6cm，平均胸径为 28.3cm。植株的高度在 4.8~14.0m 之间，平均高度约 11.6m。群落起源于人工种植，其行间距约 3m×3m，植株分布较均匀，群落下层老鼠簕偶见零散分布。群落中林下的秋茄应为 2023 年上半年造林种植，其行间距为 1.5m×1.5m。

秋茄的地径位于 0.78~3.12cm，平均地径为 1.28cm。植株的高度在 1.17~1.82m 之间，平均高度约 1.43m。

②桐花树-秋茄群落特征

桐花树-秋茄群落是调查区域内面积无乔木的秋茄群落类型，为单优群落，由人工种植的秋茄、桐花树为共同建群种形成的群落，呈块状分布在堤岸边。调查结果显示：该群落桐花树的植株个体密度为 5700 株/hm²，秋茄个体密度为 1400 株/hm²。桐花树的地径位于 2.07~5.25cm，平均地径为 2.80cm；植株的高度在 1.42~2.30m 之间，平均高度约 1.73m。秋茄的地径位于 0.78~3.12cm，平均地径为 1.28cm；植株的高度在 1.17~1.82m 之间，平均高度约 1.43m。该群落起源于人工种植，其行间距约 1.5m×1.5m，植株分布较均匀，群落中有 3 株老鼠簕零散分布，其平均地径和株高分别为 2.3cm 和 0.83m。群落中的桐花树估计在 5 年前造林，秋茄为 2023 年上半年造林种植。

③无瓣海桑群落特征

无瓣海桑纯人工林群落位调查区水域与堤岸间狭窄区域，林下无任何植物。调查结果显示：该群落植株个体密度为 2900 株/hm²。胸径位于 7.2~46.1cm，平均胸径为 28.77cm；植株的高度在 6.0~15.0m 之间，平均高度为 11.1m。无瓣海桑的东西冠幅在 3.5~15.0m，平均东西冠幅为 8.1m；无瓣海桑的东西冠幅在 3.0~12.0m，平均东西冠幅为 7.7m。

④无瓣海桑-桐花树-秋茄群落特征

无瓣海桑-桐花树-秋茄群落是调查区域内结构相对复杂的秋茄群落类型，人工种植的无瓣海桑、秋茄、桐花树为共同建群种形成的群落，偶见老鼠簕和芦苇，呈块状分布在堤岸边。调查结果显示：该群落桐花树的植株个体密度为 400 株/hm²，秋茄个体密度为 2800 株/hm²，而无瓣海桑的个体密度为 600 株/hm²。无瓣海桑的胸径在 17.3~58.8cm 之间，其平均胸径为 36.1cm；植株高度在 8.5~17.5m 间，平均高度为 13.7m；东西冠幅和南北冠幅的平均值分别为 8.3m 和 7.6m。秋茄的地径位于 1.4~3.2cm，平均地径为 2.35cm；植株的高度在 0.72~1.94m 之间，平均高度约 1.58 m。桐花树的地径位于 1.4~2.13cm，平均地径为 1.75cm；植株的高度在 1.29~1.66m 之间，平均高度约 1.45m。该群落优势种起源于人工造林，秋茄和桐花树其行间距约 1.5m×1.5m，植株分布较均匀。群落中有 3 株老鼠簕零散分布，平均地径和株高分别为 1.75cm 和 0.75m。

3.2.5 “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，危险品船舶锚地 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 海岸线资源

项目所在海区海岸线（包括大陆岸线和有居民海岛岸线）主要为人工岸线、自然岸线和其他岸线（整治修复的生物岸线）。

其中，人工岸线长度为 104551m，占论证范围岸线总长度的 80.4%；自然岸线主要为红树林生物岸线，长度为 17588m，主要分布在横门岛西侧中上部，十顷村、麻西村、大埔环、鸡头角及大茅岛北部；其他岸线主要为整治修复的生物岸线，长度为 7823.28m，主要分布在横门岛西侧下部，以及大茅岛西南部。

3.3.4 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，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。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。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。

3.3.5 渔业资源

根据 2022 年 9 月（秋季）对项目所在海域进行的海洋生态与渔业资源现状调查结果：调查共采到仔鱼 37 尾，没有捕获到鱼卵，仔鱼出现率为 100.00%，平均密度为 11.51 ind/m³，主要种类为小沙丁鱼，占总数的 78.58%。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 kg/h 和 931.00 ind/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 kg/h 和 528.50 ind/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。

3.3.6 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。

3.3.7 湿地资源

广州南沙湿地公园位于广州最南端，地处珠江出海口西岸的南沙区万顷镇十八与十九涌之间，总面积约10000亩，是广州市最大的湿地，是候鸟迁徙的重要停息地之一。由于位于珠江四大口门交汇处，处于咸淡水混合状态，因而湿地主要选种适应咸淡水环境的红树和能有效净化海水的芦苇，其中红树就有桐花、秋茄、无瓣海桑、木榄、拉关木等18个品种。同时，为了增加湿地植物的观赏性，湿地还选种了一些颜色上有对比性的树种，例如红色树叶的红乌桕、黄色树叶的千层金、黄色花瓣的美国槐、黄槿等。由于南沙湿地在开发建设和日常维护中比较注重红树林建设和优化水质，特别是在一期湿地范围内划出三分之一的区域将其设置为浅滩专供候鸟觅食，因而吸引了数以十万的候鸟来湿地栖息过冬。

据华南濒危动物研究所的统计，来南沙湿地过冬的候鸟数量占广州市候鸟总数的50%以上，其中还包括许多珍贵的鸟类品种，例如：国家I级保护鸟类东方白鹳、黑脸琵鹭、白琵鹭、普通鳬、黑冠鳬、燕鳬、白尾鹳、小鸦鳬和褐翅鳬，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。

中山翠亨国家湿地公园位于中山市翠亨新区境内，珠江口横门水道的咸淡交汇处，总面积625.6公顷，湿地率63.09%，是珠江流域河口湿地生态系统的典型代表。该湿地公园的建设，对保障区域生态安全，保护珠江河口湿地生态系统和红树林群落具有重要意义。该公园规划区内包括河口水域、红树林、永久性河流、草本沼泽等多种湿地类型，独具岭南风格的生态系统，50公顷独特的红树林景观为湿地公园增加了宝贵的研究价值。据介绍，公园将以保护红树林湿地资源为重点，以保护和恢复横门西水道近海与海岸湿地生态系统为宗旨，改善和恢复红树林湿地资源、水生动物的栖息环境为核心，以厚重的中山文化、丰富的湿地文化、独特的民俗文化为内涵，实现恢复珠江流域生态系统的目标。

3.3.8 矿产资源

中山市矿产种类不多，金属矿产十分短缺，优势矿产主要有建筑用花岗岩、矿泉水和地热。截止2020年底，共发现矿产13种，矿产地153处（含矿化点），其中探明资源储量的矿产11种，矿产地40处。在已发现矿产地中，能源矿产（含地热）2种，矿产地7处；金属矿产4种，矿产地17处；非金属矿产5种，矿产地101处；水气矿产2种，矿产地28处。

4.资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 岸线和滩涂资源

本项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，用海方式为海底隧道，拟申请用海总面积为8.5337公顷，其中洪奇沥水道涉海段高程范围为-27.0~-57.3m，横门南汊涉海段高程范围为-23.5~-42.6m。项目用海仅申请海域底土空间，不占用滩涂资源。

项目用海占用（下穿）岸线总长度为169m，其中占用（下穿）洪奇沥水道岸线长度67m，均为人工岸线，占用（下穿）横门南汊岸线长度102m，均为自然岸线。项目用海对岸线自然属性和生态功能基本无影响，不涉及岸线占补。

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。本项目建设海底隧道将永久性占用海域底土部分空间资源，限制了底土空间其他的海洋开发活动，但对海域空间资源的其他层次开发活动不具有完全排他性。

4.1.2 海洋生物资源

根据项目用海生态影响分析章节，本项目用海的实施范围为海域底土空间的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法。海洋生物的分布范围主要在海洋水层中和表层以浅的海底沉积物内，盾构法施工及后续运行在正常情况下是不会对海洋生物和渔业资源产生直接影响的。

因此，本项目用海基本不会造成海洋生物资源的损失。

4.1.3 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，隧道顶部与洪奇沥水道海床面最近距离约20.4m，隧道顶部与横门西水道海床面最近距离约21.5m，基本不会对洪奇沥水道和横门西水道的现有和规划通航条件造成影响。

4.2 生态影响分析

4.2.1 对水文动力环境影响分析

根据本项目涉海工程的实际施工工艺，海域部分的建设内容为过海盾构海底隧道。施工工作井均位于陆域，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基本无影响。

4.2.2 对地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目涉海工程是海底隧道，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。

此外，本项目隧道、工作井等工程的开挖和建设过程中将产生大量的弃土、泥浆，这些弃土和泥浆在堆放、输运过程中需妥善处置，严禁排放入海。因此，只要施工过程规范作业程序、加强巡查和组织管理，本工程建设对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤环境基本无影响。

4.2.3 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、施工废水；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。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。

4.2.4 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较深处的沉积物环境。该项目施工过程中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。

4.2.5 对海洋生态的影响分析

海洋生物的分布范围主要在海洋水层中和表层以浅的海底沉积物内，因此本项目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。

（1）施工期影响分析

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受四周围岩防止发生往隧道内的坍塌，同时在开挖面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。

结合工程资料可知，本项目海底隧道顶部距离海床面最小距离约 20.4m，经过一定的衰减后，项目施工对海洋生物不会造成直接伤害，影响较小。

（2）营运期影响分析

海底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，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，最小距离约 20.4m，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营运期对海洋生物带来的干扰有限。

4.2.6 对红树林的影响分析

根据实地调查可知，本项目沿线在香山~火炬站（预留）段的中山市马鞍岛和南朗镇沿岸周边海域分布有成片的红树林。

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，隧道顶部距离红树林所在海床面最近距离约 23.8m，距离海面的红树林相对较远，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。

5. 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

（1）广州市南沙区

2022 年，广州市南沙区实现地区生产总值 2252.58 亿元，比上年（下同）增长 4.2%。其中，第一产业增加值为 72.28 亿元，增长 5.2%；第二产业增加值为 995.50 亿元，增长 6.3%；第三产业增加值为 1184.81 亿元，增长 2.5%。三次产业增加值的比例为 3.2:44.2:52.6。

全区实现税收总额（含关税）798.15 亿元，增长 10.0%。其中，国内税收总额 552.01 亿元，增长 9.4%。全区一般公共预算收入 117.02 亿元，增长 8.2%。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 73.3%、26.7%。一般公共预算支出 295.00 亿元，增长 8.7%。全年区级财政用于改善民生的投入达 248.00 亿元，占本级预算支出总额的 84.0%。其中，教育支出 48.19 亿元，增长 13.9%；社会保障和就业支出 19.43 亿元，增长 32.9%；城乡社区事务支出 65.39 亿元，增长 6.8%。全区固定资产投资增长 8.0%。

2022 年，南沙区有“四上”民营企业 1878 家，占全区 2492 家“四上”企业的 71.8%。其中，规模以上工业企业 466 家，占全区规模以上工业企业数量的 66.3%，实现产值 655.54 亿元，比上年下降 1.5%；限额以上批发和零售业企业 674 家，占全区限额以上批发和零售业企业数量的 88.8%，实现商品销售总额 2110.85 亿元，下降 2.4%；规模以上服务业企业 445 家，占全区规模以上服务业企业数量的 69.0%，实现营业收入 483.33 亿元，增长 13.5%。

农业方面，2022 年全区实现农林牧渔业总产值 126.32 亿元，增长 6.6%。其中，种植业产值 55.66 亿元，增长 0.1%；畜牧业产值 2.91 亿元，增长 1.4%；渔业实现产值 53.36 亿元，增长 12.0%；农林牧渔服务业产值 14.30 亿元，增长 17.3%。

工业方面，2022 年全区工业总产值 3900.34 亿元，增长 6.5%；工业增加值 896.39 亿元，增长 6.8%。规模以上工业产值 3805.55 亿元，增长 6.1%，其中，

内资企业产值 944.71 亿元，增长 4.3%，占全区规模以上工业产值的 24.8%；外商投资企业产值 2475.9 亿元，增长 13.3%，占全区规模以上工业产值的 65.1%；港澳台投资企业产值 384.82 亿元，下降 18.6%，占全区规模以上工业产值的 10.1%。规模以上轻、重工业产值的比重为 20.03:79.97。

港口物流方面，2022 年全区交通运输、仓储和邮政业营业收入 626.98 亿元，增长 6.5%。全年南沙港区实现集装箱吞吐量 1838 万标箱，增长 4.1%，货物吞吐量 3.60 亿吨，增长 1.5%。2022 年末，南沙港区共有国际集装箱班轮航线 148 条，国内集装箱班轮航线 34 条。水上运输业货运周转量达 1.92 万亿吨公里，增长 1.5%。江海联运完成业务量 12.8 万标箱，海铁联运累计发运中欧班列 12 列，完成 10.5 万标箱。

服务业方面，2022 年南沙区现代服务业增加值达 831.67 亿元，占地区生产总值比重为 36.9%，占第三产业增加值比重达 70.2%。全年全区规模以上服务业企业实现营业收入 1269.34 亿元，增长 8.4%；利润总额 78.77 亿元，下降 38.7%。分行业看，互联网、软件和信息技术服务业营收增长 2.0%，租赁和商务服务业营收增长 5.6%，科学研究和技术服务业营收增长 34.1%，居民服务、修理和其他服务业营收增长 4.0%，文化、体育和娱乐业营收下降 31.9%。

（2）中山市

根据广东省地区生产总值统一核算结果，2022 年中山实现地区生产总值（初步核算数）3631.28 亿元，同比增长 0.5%。其中，第一产业增加值 89.20 亿元，增长 5.9%，对地区生产总值增长的贡献率为 28.2%；第二产业增加值 1795.25 亿元，与上年持平，对地区生产总值增长的贡献率为-2.4%；第三产业增加值 1746.83 亿元，增长 0.8%，对地区生产总值增长的贡献率为 74.3%。三次产业结构比重为 2.5:49.4:48.1。人均地区生产总值 81620 元，增长 0.5%。

2022 年，全市地方一般公共预算收入 315.98 亿元，扣除留抵退税因素后同口径增长 3.0%（自然口径下降 0.1%）；其中，税收收入 188.68 亿元，同口径下降 12.2%（自然口径下降 17.0%）。地方一般公共预算支出 463.10 亿元，下降 2.0%。其中，教育支出 102.17 亿元，下降 4.6%；社会保障和就业支出 51.12 亿元，下降 10.0%；卫生健康支出 40.38 亿元，增长 2.5%。民生类支出 314.51 亿

元，占一般公共预算支出比重 67.9%。

农业方面，全年粮食产量 1.52 万吨，比上年增长 4.0%；蔬菜产量 37.29 万吨，增长 1.4%；水果产量 11.66 万吨，增长 12.3%。全年猪牛羊禽肉产量 1.24 万吨，比上年下降 2.8%。其中，猪肉产量 0.14 万吨，下降 4.7%；禽肉产量 1.10 万吨，下降 2.7%。全年水产品产量 37.78 万吨，比上年增长 4.3%。其中，海水产品 0.06 万吨，增长 19.8%；淡水产品 37.72 万吨，增长 4.3%。

工业方面，全市工业增加值比上年下降 0.6%。规模以上工业增加值下降 1.4%，分经济类型看，国有控股企业增长 8.3%，外商及港澳台投资企业下降 0.6%，股份制企业下降 1.7%，集体企业下降 27.7%。分轻重工业看，轻工业下降 3.6%，重工业增长 1.7%。分企业规模看，大型企业增长 2.6%，中型企业下降 0.5%，小微企业下降 4.7%。规模以上先进制造业增加值比上年下降 0.1%，占规模以上工业增加值比重 48.6%。其中，高端电子信息制造业增长 6.1%，生物医药及高性能医疗器械业增长 13.2%，先进装备制造业增长 0.7%，先进轻纺制造业下降 4.8%，新材料制造业增长 0.7%，石油化工业下降 2.1%。

服务业方面，全年批发和零售业增加值 378.99 亿元，比上年增长 1.8%；交通运输、仓储和邮政业增加值 61.01 亿元，下降 1.0%；住宿和餐饮业增加值 49.02 亿元，下降 3.7%；金融业增加值 284.19 亿元，增长 6.9%；房地产业增加值 314.86 亿元，下降 8.0%。现代服务业增加值 1053.32 亿元，增长 0.2%。全年规模以上服务业企业实现营业收入 453.01 亿元，比上年下降 3.9%；利润总额 52.01 亿元，比去年下降 20.5%。全年货物运输总量 10104.21 万吨，比上年下降 9.3%。货物运输周转量 88.99 亿吨公里，下降 7.7%。港口货物吞吐量 1539.18 万吨，增长 7.3%。其中，外贸货物吞吐量 556.41 万吨，增长 1.4%；内贸货物吞吐量 982.77 万吨，增长 11.0%。港口集装箱吞吐量 136.24 万标准箱，下降 2.3%。

对外经济方面，全年货物进出口总额 2798.7 亿元，比上年增长 3.9%。其中，出口 2328.0 亿元，增长 4.3%；进口 470.7 亿元，增长 1.6%。进出口差额（出口减进口）1857.3 亿元，比上年增加 89.0 亿元。其中对“一带一路”沿线国家（地区）进出口额 748.2 亿元，增长 15.4%。全年新设外商直接投资企业 581 个，比上年增长 11.3%。实际使用外商直接投资金额 41.63 亿元，增长 10.3%。

5.1.2 海域使用现状

项目位于珠江口海域西侧，背靠珠三角经济发达地区，海域开发利用程度相对较高，水域繁忙。海域附近的开发活动包括：港口码头、工业用海、路桥用海、管道、特殊用海（海岸防护、验潮站和红树林）、公共航道、高位养殖等。

海域开发利用现状情况见表5.1-1和图5.1-1。

（1）港口码头

本项目拟建隧道洪奇沥水道段周边为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，均属于保利长大工程有限公司，距离本项目用海最近距离为北面77m。

此外，拟建隧道洪奇沥水道段下穿位于南沙万顷沙西侧的南沙大型城市综合体临时工程，属广州南沙交通投资集团有限公司。该项目为临时工程，无水工构筑物建设，仅为港池用海。

本项目拟建隧道横门南汊段上下游均分布有码头或港池，北侧或西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、搅拌站码头、避风塘港池、中山嘉明电力有限公司横门发电厂自用燃料码头、中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头，上述码头工程距离本项目用海约0.4~1.7km。此外，项目用海南侧25m分布有深中通道采石场配套码头，亦属于保利长大工程有限公司。

（2）工业用海

本项目拟建隧道横门南汊段北面约1.6km马鞍岛侧为中山嘉明电力有限公司横门发电厂取水口用海，北面约0.7km南朗镇侧为深南电（中山）电力有限公司中山市南朗燃机电厂工业用海。

（3）路桥用海

本项目拟建隧道洪奇沥水道段东南面1.3km为南沙至中山高速公路项目，东南面1.0km为深圳至中山跨江通道建设配套工程项目，南面1.7km为深圳至中山跨江通道项目。

本项目拟建隧道横门南汊段北侧约1.4km为横门大桥，南侧0.4km为中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程，南侧2.3km为中山市东部快线

东部特大桥。

（4）特殊用海

本项目拟建隧道洪奇沥水道段从广州南沙万顷沙下穿洪奇沥水道，在中山马鞍岛东面下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）后接陆域。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，为马鞍岛防洪防潮提供安全保障。

此外，拟建隧道洪奇沥水道段马鞍岛一侧北面约23m分布有国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程。

本项目拟建隧道横门南汉段下穿马鞍岛西侧和南朗镇东侧沿岸红树林。

（5）管道、电缆

本项目横门南汉涉海段北侧约31m，有一条DN660高压燃气管线。

（6）公共航道

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。

（7）高位养殖

项目所在的南沙万顷沙沿岸陆域范围，以及横门南汉段南朗镇沿岸陆域范围分布有高位养殖，从附近河涌取排水。

5.1.3 海域权属现状

本项目 3km 范围内取得海域使用权证的用海项目有 15 项，见表 5.1-2。

重点关注为本项目海底隧道用海下穿的翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）（图 5.1-2）和南沙大型城市综合体临时工程（图 5.1-3），均为垂直投影重叠，空间无冲突。此外，本项目隧道工程侧穿国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程，也应给予关注。

表 5.1-1 本项目附近海域开发利用情况表

序号	海域开发利用活动	项目	相对位置	所属单位	是否确权
1	港口码头	深圳至中山跨江通道建设配套工程	北 77m		
2		中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头	西北 1.7km		
3		中山市南朗燃机电厂自用燃料码头	北 0.4km		
4		横门发电厂自用燃料码头	北 1.6km		
5		避风塘港池	西北 1.1km		
6		搅拌站码头	北 1.1km		
7		深中通道采石场配套码头	南 25m		
8		南沙大型城市综合体临时工程	0m，下穿		
9	工业用海	中山嘉明电力有限公司横门电厂取水口用海	北 1.6km		
10		中山市南朗燃机电厂	北 0.7km		
11	路桥用海	南沙至中山高速公路项目	东南 1.3km		
12		深圳至中山跨江通道项目	南 1.7km		
13		深圳至中山跨江通道建设配套工程项目	东南 1.0km		
14		中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程	南 0.4km		
15		中山市东部快线东部特大桥项目	南 2.3km		
16		横门大桥	北 1.4km		
17	管道、电缆	天然气管线	北 31m		
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		
19		国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程	北 23m		
20		中山市红树林	0m，下穿		
21	公共航道	洪奇沥航道	0m，下穿		
22		横门西航道	0m，下穿		



图 5.1-1a 本项目所在海域开发利用现状图（洪奇沥水道涉海段）

表5.1-2 本项目论证范围海域确权情况统计表

图 5.1-2 翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）宗海界址图

图 5.1-3 南沙大型城市综合体临时工程宗海界址图

5.2 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：隧道工程下穿已确权的防洪堤和临时港池，与已建验潮站相对距离较近可能存在一定影响，具体见图5.2-1。

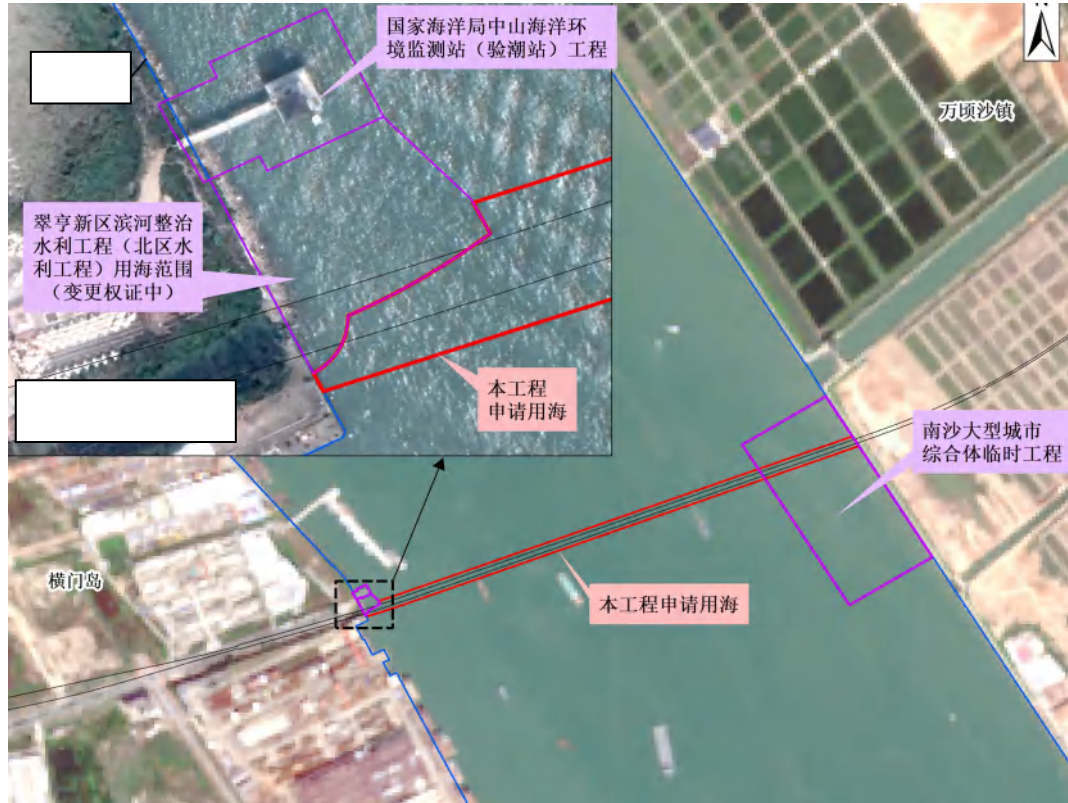


图 5.2-1 本项目与利益相关者位置关系图

（1）下穿防洪堤的影响

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目附近处防洪堤采用塑料排水板，板长约22~23米；U型板桩，桩长约24米；钢筋石笼护坡护脚，护脚顶高程约-0.5~-7.5m。本项目隧道工程从防洪堤桩基础结构下穿而过，隧道顶部竖向距离海堤U型板桩最小距离约4.2m。从物理空间上，两个工程不存在冲突，仅垂直投影上存在一定重叠。按目前施工计划，本项目拟先于该段防洪堤施工，施工过程中和施工结束后将采取一定的安全防护措施，确保隧道结构安全且满足防洪堤后续施工条件。在采取安全保障措施，并协调好施工时序的前提下，工程对防洪堤影响有限。

（2）下穿临时工程港池的影响

南沙大型城市综合体临时工程在万顷沙西侧海域主要工程内容为设置4个过

驳式临时装卸点（19~22#临时装卸点），用于南沙大型城市综合体项目陆域形成回填料装卸上岸，过驳船无水工建筑物，作业区位于水域。两个项目不存在物理空间上的冲突，仅垂直投影上存在一定重叠。两个工程从海域立体分层来看，临时工程主要使用的海域空间为水体和海床，本项目隧道工程主要使用的海域空间为底土，且该段区域隧道顶部距离海床面约40m。因此，本项目隧道工程用海对南沙大型城市综合体临时工程基本无影响。

（3）对已建验潮站的影响

中山海洋环境监测站（验潮站）共有7根钢筋混凝土桩，桩径为1m，桩长约37.6~41.8m，钢筋混凝土桩主要穿越的地层有淤泥、中粗砂、细圆砾土，主要功能为监测潮位、水温、盐度等水文数据。该验潮站位于本项目用海范围北侧约23m，两者实际构筑物距离约44m，空间上无重叠。根据《南沙至珠海（中山）城际盾构隧道施工对中山海洋环境监测站（验潮站）结构安全影响评估报告》（广州大学，2023年12月），采用三维整体模型计算拟建工程施工对验潮站结构的变形和内力情况影响（图5.2-2）。研究表明，隧道施工过程可能造成验潮站结构总位移极值为5.18mm，在严格按照设计要求施工并合理安排施工进度计划的前提下，拟建盾构隧道施工期间对验潮站结构影响很小，不危及验潮站结构整体安全，且不影响验潮站后期的正常运营。

图 5.2-2 本项目与验潮站三维整体模型示意图

（4）侧穿临时码头桩基的影响

本项目在横门南汊侧穿深中通道采石场配套码头，码头结构距离本项目用海范围约25m，实际距离约35m。隧道结构和码头桩基不存在物理空间的冲突，且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，且施工码头桩基已基本拆除。因此，从空间和从时间上本项目对相对较近的临时施工码头影响较小。

（5）对通航环境影响分析

本项目所在海域现有航道情况：洪奇沥海底隧道段主要为洪奇沥和横门东水道汇流口，河宽约2.5km，洪奇沥（洪奇门出口~义沙头）27km，航道维护尺度

4.0m×80m×650m（水深×宽度×弯曲半径，下同，根据《2022年度广东省航道事务中心航道养护尺度》）；横门出海航道（横门~伶仃航道）38km，航道维护尺度5.0m×120m×580m；由工程河段实测的水下地形图分析，洪奇沥航槽水深基本在7m以上，横门东水道航槽水深基本在5m以上。横门水道南支海底隧道段所处河宽约630m，横门西水道（蚊洲头~淇澳大桥）24km，航道维护尺度2.0m×80m×300m，航槽水深在2.5m以上。

现有航道规划情况：根据《广东省航道发展规划（2020-2035年）》，洪奇沥（洪奇门出口~板尾沙）41km，航道发展规划为内河Ⅰ级航道；横门出海航道（横门口~伶仃水道B点）38km，航道发展规划为1万t级沿海航道；横门西水道（横门口~伶仃水道A点）48km，航道发展规划为1000t级沿海航道。总体来说，项目所在海域航道规划等级相对较低。

项目用海采用盾构施工法建设海底隧道工程，且隧道顶部距离海床表面仍有相对较远的距离，隧道顶部与洪奇沥水道海床面最近距离约20.4m，隧道顶部与横门西水道海床面最近距离约21.5m，基本不会对洪奇沥水道和横门西水道现有航道及规划航道的通航条件造成影响。同时，项目用海也符合《广东省航道发展规划（2020-2035年）》。

（6）对红树林影响分析

根据实地调查可知，本项目沿线在香山~火炬东（预留）段的中山市马鞍岛和南朗镇沿岸周边海域分布有成片的红树林。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，隧道顶部距离红树林所在海床面最近距离约23.8m，距离海面的红树林相对较远，对其生长影响不大。

除此以外，项目与附近的其他桥梁、港口码头、工业用海、管道等距离较远，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周边高位养殖取水。

5.3 利益相关者界定

根据现场踏勘、咨询和 5.2 节的分析，由于存在用海范围垂向重叠和近距离影响等问题，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、广州南沙交通投资集团有限公司和国家海洋局南海预报中心。

利益相关内容一览表见表 5.3-1。

表 5.3-1 本项目利益相关者一览表

序号	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	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， 立体空间无冲突，工程 U 型板桩与隧道埋深最小竖向净距约 4.2m	工程结构基础安全影响	协调工程基础安全问题，施工时序问题；取得支持性意见
2	广州南沙交通投资集团有限公司	南沙大型城市综合体临时工程	港池	2023-11-6~2026-11-5， 施工建设中	垂直投影重叠， 立体空间无冲突	基本无影响	协调海域立体分层确权；取得支持性意见
3	国家海洋局南海预报中心	国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程	透水构筑物	2020-1-10~2060-1-9， 已建成	位于本项目用海北侧约 23m， 两者实际构筑物距离约 44m	工程结构基础安全影响	协调工程基础安全问题；取得支持性意见

5.4 相关利益协调分析

（1）利益相关者协调

根据上节分析，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、广州南沙交通投资集团有限公司和国家海洋局南海预报中心，相关协调情况见表 5.4-1。

表 5.4-1 本项目利益相关者协调情况一览表

序号	利益相关者	用海项目	位置关系	协调内容	协调情况	是否可协调
1	中山翠亨新区工程项目建设事务中心	翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）	垂直投影重叠，立体空间无冲突，工程 U 型板桩与隧道埋深最小竖向净距约 4.2m	协调工程基础安全问题，施工时序问题；取得支持性意见	建设单位施工过程中和施工结束后应采取一定的安全防护措施，确保隧道结构安全且满足防洪堤后续施工条件	是
2	广州南沙交通投资集团有限公司	南沙大型城市综合体临时工程	垂直投影重叠，立体空间无冲突	协调海域立体分层确权；取得支持性意见	本项目隧道用海对已实施的临时工程基本无影响，原则无意见，建议进一步对接有关用海手续相关事宜	是
3	国家海洋局南海预报中心	国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程	近距离侧穿，空间无冲突	协调工程基础安全问题；取得支持性意见	原则同意本项目施工事宜，建设单位应严格落实安全保障方案，防止对验潮站桩基结构及其水文观测活动造成影响	是

1) 中山翠亨新区工程项目建设事务中心，本项目用海下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程），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，防洪堤对沉降和基础稳定性有一定要求，建议两个项目业主单位就工程基础安全和施工时序开展协商，确保工程结构安全稳定。目前，建设单位已取得中山翠亨新区工程项目建设事务中心的回复意见（见附件 2-1），经测算翠亨新区滨河整治水利工程 U 型板桩与本项目隧道埋深最小竖向净距约 4.2m，建设单位施工过程中和施工结束后应采取一定的安全防护措施，确保隧道结构安全且满足防洪堤后续施工条件。

2) 广州南沙交通投资集团有限公司，本项目用海下穿南沙大型城市综合体临时工程，两个项目不存在物理空间上的冲突，仅垂直投影上存在一定重叠。从海域立体分层来看，两个项目主要使用的海域立体空间不同，建议两个项目业主

单位就海域立体分层确权开展协商。目前，建设单位已取得广州南沙交通投资集团有限公司的回复意见（见附件 2-2），本项目隧道用海对已实施的临时工程基本无影响，原则无意见。本项目下穿用海范围与广州南沙交通投资集团有限公司用海红线（粤(2023)广州市不动产权第 11088767 号）垂直空间重叠，建议按照相关行政主管部门意见进一步对接有关用海手续相关事宜。建议本项目在取得用海审查意见后，与广州南沙交通投资集团有限公司充分协调其海域立体分层确权事宜，确保本项目用海批复前，广州南沙交通投资集团有限公司已完成其（粤(2023)广州市不动产权第 11088767 号）用海空间范围的变更登记。

3）国家海洋局南海预报中心，本项目用海近距离（23m）侧穿国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程，两个项目不存在空间重叠问题。但考虑到验潮站对结构安全和监测稳定性有一定要求，建议两个项目业主单位就工程基础安全开展协商，确保工程结构安全和后期验潮监测稳定。目前，建设单位已取得国家海洋局南海预报中心的回复意见（见附件 2-3），原则同意本项目施工事宜，建设单位应严格落实安全保障方案，防止对验潮站桩基结构及其水文观测活动造成影响。

综上，本项目与利益相关者的相关利益冲突具有可协调性。

（2）相关部门协调

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航道管理部门、中山市林业管理部门等，协调内容见表 5.4-2。

表 5.4-2 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	洪奇沥水道和横门西水道航道	隧道下穿	航道管理部门	通航保障	确保通航安全及符合航道相关规划
2	中山市红树林	隧道下穿	林业部门	红树林生长	保障红树林正常生长

5.5 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析

（1）与国防安全和军事活动的协调性分析

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（线）征求南海舰队意见。

（2）与国家海洋权益的协调性分析

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

6.国土空间规划符合性分析

6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析

6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性

国务院关于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的批复（国函[2023]76 号）中“筑牢安全发展的空间基础”指出：到 2035 年，海洋生态保护红线不低于 1.66 万平方千米；大陆自然岸线保有率不低于国家下达任务，其中 2025 年不低于 36.4%；除国家重大项目外，全面禁止围填海；严格无居民海岛管理。

该规划明确以“三区三线”为基础构建国土空间开发保护总体格局。其中海洋生态保护红线面积 1.66 万平方千米，在沿海 14 个地市行政管辖的海域均有分布。纳入生态保护红线清单管理的无居民海岛 1545 个，占全省管辖无居民海岛的 81.06%。

规划提出：充分发挥海洋作为高质量发展的战略要地作用，陆海统筹推进海洋空间保护与利用，加强海岸带综合管理，维护绿色安全海洋生态，打造现代化沿海经济带，全面建设海洋强省。实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾废区，严格海洋倾废监管。

本项目用海主要占用海洋开发利用空间和海洋生态空间，占用的海洋开发利用空间为交通运输用海区，占用的海洋生态空间为中山市红树林。

（1）海洋开发利用空间

本项目用海占用的海洋开发利用空间为交通运输用海区，本项目海域使用类型为交通运输用海，是海洋开发利用空间区域相适宜的用海类型；本工程为盾构海底隧道，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。因此，项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》

中海洋开发利用空间的管控要求。

（2）海洋生态保护空间

本项目用海占用的海洋生态空间为中山市红树林。

生态保护红线管控基本要求：

1）规范管控有限人为活动包括：生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动。生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。符合规定的生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，需附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见。

2）规范国家重大项目占用审批包括：生态保护红线内，除有限人为活动之外，仅允许国家重大项目占用生态保护红线。涉及生态保护红线的国家重大项目须报国务院批准，且需附省级人民政府出具的不可避让论证意见。

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”中生态保护红线海域部分划定成果的位置关系：

①本项目用海在洪奇沥水道涉海段不涉及海洋生态保护红线，距西北方向的中山翠湖地方级湿地自然公园最近距离约 0.9km，距东南方向的万顷沙重要滩涂及浅海水域和广州中山交界重要渔业资源产卵场的最近距离分别约 1.2km 和 1.8km，详见图 6.1-1；

②本项目用海在横门南汉涉海段下穿中山市红树林，垂直投影重叠面积约 5158m²，另距正南方向的广东中山翠亨国家湿地自然公园最近距离约 0.4km，详见图 6.1-2。

本项目用海涉及到的海洋生态保护红线仅为中山市红树林，该生态保护红线为非自然保护地核心保护区，项目用海与中山市红树林生态保护红线的符合性分析，详见表 6.1-1。

整体项目选线路由根据相关规划经多方案比选确定，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不排海，运营期涉海工程段不设车站，不产生废水和固体废物，对项目所在保护红线的生态环境基本无影响。因此，本项目用海符合中山市红树林生态保护红线的管理措施。

根据自然资源部、生态环境部和国家林业和草原局《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142号）和《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》，本项目属于无法避让的线性基础设施，属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”，项目用海可以满足生态保护红线管理要求。此外，2024年5月10日，项目获得《中山市人民政府关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙-兴中段）工程项目（涉海段）符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见》（附件11）。2024年7月17日，项目获得广东省人民政府关于项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见（附件12）。

因此，本项目用海符合广东省“三区三线”中生态保护红线海域部分的划定成果，项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》。

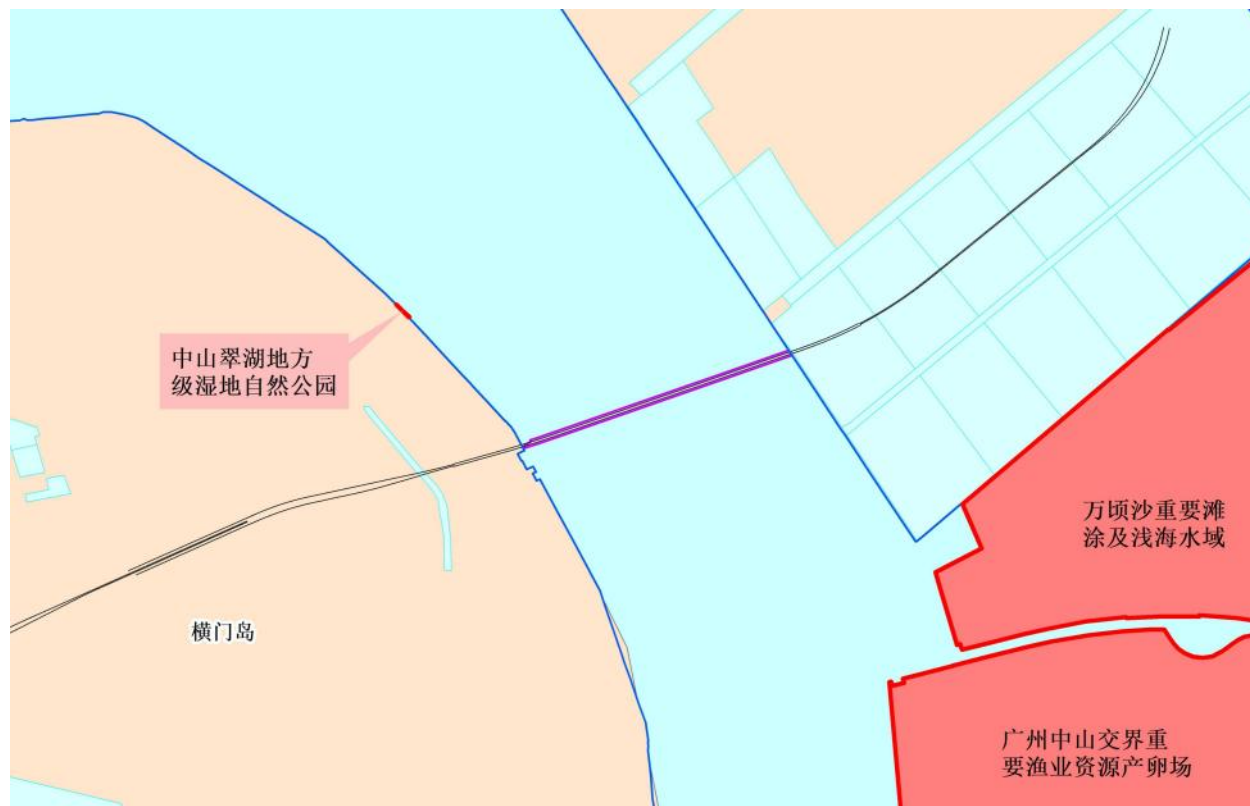


图 6.1-1 项目用海与广东省“三区三线”划定成果关系图（洪奇沥水道涉海段）



图 6.1-2 项目用海与广东省“三区三线”划定成果关系图（横门南汉涉海段）

表 6.1-1 本项目用海与所在海洋生态保护红线符合性分析表

海洋生态保护红线	管控措施	符合性分析	相符性
中山市红树林	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。	本项目用海为盾构海底隧道，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，项目用海不占用河口和湿地，不影响渔业资源和海洋生物洄游通道，能够维护海域自然属性。	符合
	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。	本项目用海不涉及领海基点，不涉及岸线资源占补。	符合
	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。	本项目用海为盾构海底隧道，工作井均位于陆域，整个施工过程位于陆域、海底，不扰动海床表面，且隧道顶部距离海床面仍有较远距离（与红树林所在海床面最小距离约 23.8m），基本不会对沿岸红树林生长及环境造成影响。	符合
	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。	符合

6.1.2 与《广州市国土空间总体规划（2021-2035）》的符合性

《广州市国土空间总体规划（2021-2035）》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。

本项目用海位于《广州市国土空间总体规划（2021-2035）》中海洋功能分区图中的交通运输用海区，见图 6.1-3。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 1 小时通勤目标，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。因此，项目用海与《广州市国土空间总体规划（2021-2035）》相符。

图 6.1-3 项目用海与广州市国土空间总体规划（海洋功能分区）关系图

6.1.3 与《中山市国土空间总体规划（2021-2035）》的符合性

广东省人民政府关于《中山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的批复（粤府函[2023]195 号）指出：支撑中山建设广东省珠江口东西两岸融合互动发展改革创新实验区、沿海经济带枢纽城市、粤港澳大湾区重要一极。

中山将构建“三核一轴两带双圈多片区”的国土空间开发格局，做强翠亨新区、火炬开发区、岐江新城，壮大环湾城市高质量发展带和沿江城镇一体化发展

带，深化区域产业经济圈和优质生活圈，统筹形成“片区式”区域空间格局。

本项目用海位于《中山市国土空间总体规划（2021-2035）》中的交通运输用海区，见图 6.1-4。本项目为粤港澳大湾区城际轨道交通网的重要组成部分，可实现中山市中心至广州中心 1 小时通勤目标，打造大湾区跨城间公交化公共交通出行，整体路线经过中山市翠亨新区、火炬开发区、岐江新城等主要开发区域。因此，项目用海与《中山市国土空间总体规划（2021-2035）》相符。

图 6.1-4 项目用海与广州市国土空间总体规划（海洋功能分区）关系图

6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.2.1 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。

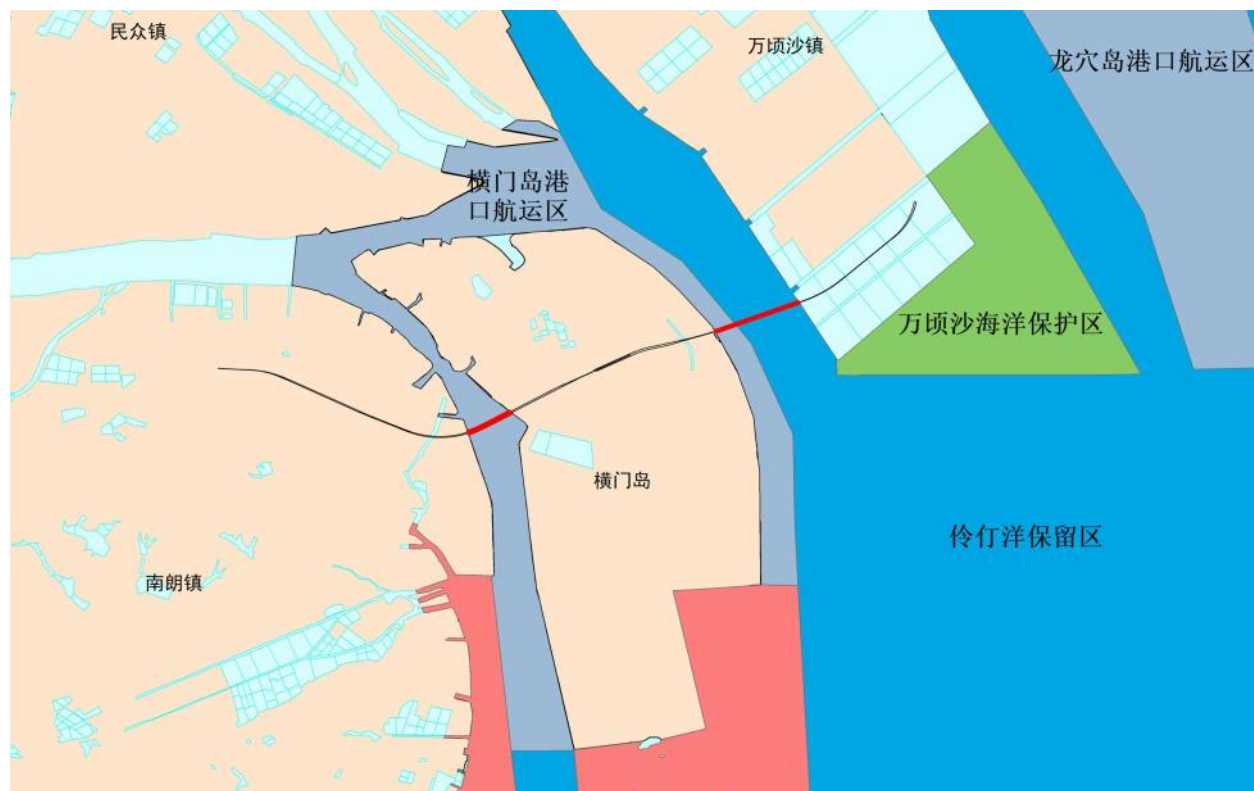


图 6.2-1 项目所在海域广东省海洋功能区划分布图

表 6.2-1 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 1.2km

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	南萌工业与城镇用海区	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.保护南萌周边海域生态环境; 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 2.5km
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 9.7km

6.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.2.2.1 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。

本项目用海类型为交通运输用海，对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。

本项目盾构隧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。

6.2.2.2 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 1.2km、2.5km 和 9.7km，详见图 6.2-1 和表 6.2-1。

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。

6.2.3 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，海域使用类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，虽不是保留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 6.2-2。

表 6.2-2a 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交通运输用海，为相适宜的用海类型；	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 6.2-2b 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 16km，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。

6.3 项目用海与相关规划符合性分析

6.3.1 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。项目用海类型为交通运输用海，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。

6.3.2 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6.3-1），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1小时通达，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 6.3-1 广东省海洋主体功能区规划图

6.3.3 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。

本项目用海方式为海底隧道，项目用海对岸线资源的占用方式为下穿岸线，其中洪奇沥水道涉海段下穿万顷沙南端岸线和横门岛岸线，均为人工岸线，岸线类型为顺岸非透构筑物岸线；横门南汉涉海段下穿横门岛岸线和中山市十顷村、麻西村岸线，均为自然岸线，岸线类型为红树林生物岸线。

综上，本项目为交通基础设施项目，采用盾构法建设海底隧道，不涉及岸线资源占补，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》。

6.3.4 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 1 小时通达，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。

6.3.5 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。

6.3.6 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”的城际铁路网络

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 1 小时通达，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，实现公共文化服务水平。

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。

6.3.7 与推进海域使用权立体分层设权相关要求的符合性

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8 号）和《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5 号）的相关要求，国家和广东省先后出台了《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》（自然资源部办公厅，2023 年 11 月）和《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》（广东省自然资源厅，2024 年 6 月）等指导性文件和技术规范。

（1）关于“明确海域使用权立体分层设权的范围”指出：用海项目需排他性使用海域的特定层空间（水面、水体、海床或底土），且不妨碍其他层空间继续使用的，原则上仅对其使用的相应层空间设置海域使用权。可实施立体分层设权管理的用海活动包括但不限于：主要使用水面（含上覆空间）的跨海桥梁、桩基式海上光伏等用海；主要使用水体的温（冷）排水、污水达标排放等用海；主要使用海床的底播养殖等用海；**主要使用底土的海底电缆管道、海底隧道等用海**。完全改变海域自然属性的填海，排他性较强或具有安全生产需要的海砂开采、油气开采等海底矿产资源开发活动以及军事用海等特殊用海，不予立体设权。

本项目属于主要使用底土的海底隧道用海，按提高海域资源利用效率和节约

集约用海要求，本项目应开展海域使用权立体分层设权。同时，本项目用海范围与翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）和南沙大型城市综合体临时工程存在垂直投影重叠。翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）用海方式为非透水构筑物，用海空间涉及水面、水体、海床和底土，属于排他性较强的严重改变海域自然属性的已确权项目，结合本项目隧道用海与其工程关系特征，两个项目垂直投影重叠部分不适宜进行海域使用权立体分层设权。南沙大型城市综合体临时工程用海方式为港池，用海空间主要为水体，与本项目隧道用海主要使用海域底土空间不冲突，在利益相关者协调同意的基础上，可开展两个项目的海域使用权立体分层设权。

（2）关于“规范用海报批程序”指出：对已设立海域使用权的海域进行立体分层设权的，新申请用海单位应与原海域使用权人协商一致并达成协议，在项目用海审批前完成原海域使用权用海空间范围的变更登记。

本项目与上述已确权的利益相关者进行了协商沟通，与中山翠亨新区工程项目建设事务中心的翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）均使用海域底土空间，且两者最小竖向净距约 4.2m，相对较近，两者垂直投影重叠部分不考虑进行海域使用权立体分层设权，本项目隧道用海不再申请该垂直投影重叠部分。与广州南沙交通投资集团有限公司的南沙大型城市综合体临时工程使用海域空间不同，考虑进行海域使用权立体分层设权，建议本项目在取得用海审查意见后，与广州南沙交通投资集团有限公司充分协调其海域立体分层确权事宜，确保本项目用海批复前，广州南沙交通投资集团有限公司已完成其（粤(2023)广州市不动产权第 11088767 号）用海空间范围的变更登记。

综上，从提高海域资源利用效率和节约集约用海要求，本项目开展海域使用权立体分层设权具有必要性。同时，结合本项目隧道用海与利益相关者的工程关系特征，综合考虑垂直投影重叠部分进行海域使用权立体分层设权的适宜性是合理的，总体符合国家和广东省关于推进海域使用权立体分层设权的相关要求。

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》，以及国家和广东省关于推进海域使用权立体分层设权的相关要求。

7.项目用海合理性分析

7.1 用海选址（线）合理性分析

7.1.1 选址区位和社会条件适宜性分析

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”，同时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1小时通达的时空目标，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。

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；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。

综上所述，项目选址（线）与区域社会经济发展相适宜。

7.1.2 选址与自然资源和生态环境的适应性

（1）工程地质条件适宜性分析

本场地的不良地质及地质灾害主要有场地和地基的地震效应以及工程施工可能诱发的堤岸崩塌、基坑崩塌/滑坡、地面沉降、砂土液化、软土震陷、断裂、海岸带灾害、有害气体，特殊性岩土主要为人工填土、软土、风化岩和残积土等，根据《城市轨道交通结构抗震设计规范》（GB 50909-2014）对场地划分的原则判定，本线路为建筑抗震一般~不利地段，拟建场地通过采取相应的防治措施，可以进行工程建设，处理后的场地基本适宜地铁工程建设。因此，场区在采用相应防护措施的基础上，项目选址（线）与区域地质条件基本相适宜。

（2）水动力条件适宜性分析

珠江口门属于弱潮河口，其中以虎门的潮差最大，横门、洪奇门、蕉门等径流作用较强的河道型河口，潮差自口门向上游呈递减趋势，而伶仃洋河口湾，自湾口向内至湾顶潮差沿程增加。

本项目工程线路在过海段均采用盾构海底隧道形式，工作井均位于陆域，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，本项目用海对所在海域水文动力环境基本无影响。因此，项目选址（线）与水动力条件相适宜。

（3）地形地貌与冲淤条件适宜性分析

本线沿线有众多河流、地表湖、河涌、排洪渠等。沿线经过的主要河流有横门东水道、横门西水道，河涌有九涌至二十涌、茅龙水道、小隐涌等。选线设计中充分考虑工程安全和通航要求，线路经过河流、航道时尽量采用较大的跨河角度，减少对河流、海域自然状况的影响，满足通航、防洪评价要求。本工程采用盾构海底隧道形式，工作井均位于陆域，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，本项目用海对所在海域冲淤环境基本无影响。因此，项目选址（线）与区域地形地貌与冲淤条件相适宜。

（4）生态环境适宜性分析

项目用海段选线不涉及海洋自然保护区、海洋特别保护区，以及重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等敏感区，选线下穿中山市红树林这类生态保护红线。

本项目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，属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”，基本符合生态保护红线管理要求。因此，项目选址（线）与所在海域的海洋生态环境相适宜。

7.1.3 项目选址潜在的、重大的安全和环境风险分析

项目用海潜在的、重大的安全和环境风险主要包括：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。

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。但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。

综上所述，本项目用海存在一定的风险，但发生机率较小。建设单位应严格落实各项风险防范对策措施和应急预案，降低项目潜在的安全和环境风险。

7.1.4 选址与周边其他用海活动和海洋产业的协调性分析

项目所在区域为珠三角发达区，周边用海活动较多。本项目选址充分考虑到与周边跨海桥梁和桩基础码头等用海活动的相互影响，尽可能保持相对的构筑物结构安全距离。本项目过海段采用盾构海底隧道形式，布置分层为海域底土空间，下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）工程和南沙大型城市综合体临时工程，项目用海与这两个项目在垂直投影上存在部分重叠，但物理空间上无冲突。过江隧道项目穿越防护堤、港池等工程上较为常见，在充分协调的基础上，项目选址与周边其他用海活动具备可协调性。

7.1.5 选址方案合理性

本项目涉海段的选址方案主要是根据香山站的规划情况设定，比选：

方案一：地下方案，该方案采用盾构法穿越洪奇沥水道和横门南汊。

方案二：高架方案，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。

（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）用海资源生态影响比较

对比海底隧道的地下过海方案与跨海桥梁的高架跨海方案。

海底隧道方案：占用海床以下部分空间，不在直接占用岸线和滩涂资源。由于工程位于海底以下，对海域水文动力和冲淤环境、海洋生态环境基本无影响，也不会对沿岸红树林造成影响。

跨海桥梁方案：桥墩占用一定的海域空间，接岸处占用岸线和滩涂资源，可能对沿岸红树林造成影响。桥墩占用海域，对工程区水文动力和冲淤环境造成一定影响，同时使得水道的纳潮和防洪功能均受到一定影响。施工期间桥墩桩基建

设会造成海域悬浮物浓度增高，对水质环境和生物生态资源造成一定影响和损失。此外，桥梁施工需要搭建临时平台或使用施工船舶，对海域通航安全也会造成一定影响。

根据上述分析，得出以下综合比选表。

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	基本无影响	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
用海资源环境影响	占用海床以下空间，对海域水文动力和冲淤环境、海洋生态环境基本无影响。不占用滩涂资源，不涉及岸线资源占补，对沿岸红树林基本无影响。	桥墩占用一定的海域空间，对海域水文动力和冲淤环境造成一定影响，施工期间对海域水环境和生物生态造成一定影响。接岸处占用岸线和滩涂资源，可能对沿岸红树林造成影响。
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。同时，涉海段采用海底隧道形式，不占用滩涂资源，不涉及岸线资源占补，对海域水文动力和冲淤环境、海洋生态环境、以及沿岸红树林基本无影响。

因此，项目选线方案合理。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置体现集约、节约用海的原则

本项目为交通运输用海中的路桥隧道用海，过海段采用盾构海底隧道形式，仅占用海域底土空间，已最大可能地减少海面、水体和海床的用海面积，体现了集约、节约用海的原则。

7.2.2 平面布置与水文动力和冲淤环境的关系

本项目过海段采用盾构海底隧道形式，对海域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。

7.2.3 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 20 米以深的底土岩石层，对海面上的海洋生态保护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。

7.2.4 平面布置与周边用海活动的适应性

项目所在区域为珠三角发达区，周边用海活动较多。本项目平面布置充分考虑到与周边跨海桥梁和桩基础码头等用海活动的相互影响，尽可能保持相对的构筑物结构安全距离。本项目过海段采用盾构海底隧道形式，布置分层为海域底土空间，下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）工程和南沙大型城市综合体临时工程，项目用海与这两个项目在垂直投影上存在部分重叠，但物理空间上无冲突。过江隧道项目穿越防护堤、港池等工程上较为常见，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 用海方式合理性分析

7.3.1 用海方式对维护海域基本功能合理性分析

本项目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域底土空间，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，对维护海上交通安全和海域防洪纳潮功能基本无影响。拟建工程符合“横门岛港口航运区”和“伶仃洋保留区”的海域使用管理要求和海洋环境保护要求。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。

7.3.2 用海方式对减少水文动力、冲淤环境的影响合理性分析

本项目为盾构海底隧道，工作井均位于陆域，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。

7.3.3 用海方式对保持自然岸线和海域自然属性合理性分析

本项目海底隧道仅占用一定的海域底土空间资源，对海域空间资源的其他开发活动不具有完全排他性。本项目位于海床面之下较远距离，项目用海不涉及岸线占补，其用海方式是最大限度地保护自然岸线，并维护了海域自然属性。

7.3.4 用海方式对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床表面较远的岩土层内，属海域底土空间，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表层以浅的海底沉积物内，本项目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，也不会对海域沿岸红树林生长造成影响。因此，本项目对海洋生物生态影响相对较小。项目用海能够保持区域海洋生态系统和生态保护红线的稳定。

7.3.5 用海方式对周边其他用海活动适应性分析

本项目用海方式为海底隧道，下穿翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）工程和南沙大型城市综合体临时工程，项目用海与这两个项目在垂直投影上存在部分重叠，但物理空间上无冲突。过江隧道项目穿越防护堤、港池等工程上较为常见，由于本项目为海底隧道工程，堤坝项目对沉降和结构基础稳定性有一

定要求，建议建设单位应就工程基础安全和施工时序开展协商，确保周边构筑物的结果安全稳定。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。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目涉海工程为盾构海底隧道，项目用海占用（下穿）岸线总长度为 169m，其中占用（下穿）洪奇沥水道岸线长度 67m，占用（下穿）横门南汉岸线长度 102m。项目用海对岸线自然属性和生态功能基本无影响，不涉及岸线占补。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积合理性分析

7.5.1.1 项目用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范

项目申请用海总面积为 8.5337 公顷，均为海底隧道用海，申请用海空间为海域底土空间。

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。

7.5.1.2 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）和《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》来确定其用海范围。

本项目涉海工程均为海底隧道，全部采用盾构施工方法，其中洪奇沥水道涉海段采用单洞双线隧道方案，盾构隧道采用外径 13.1m；横门南汉涉海段采用双洞单线隧道方案，单洞单线标准盾构隧道采用外径 8.5m，直线段两洞之间距离约 8.5m。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，本项目拟申请海域底土空间，用海外扩 10m 后与已确权的用海项目垂直投影重叠，按照前述 6.3.8 章节分析，本项目与已确权海堤垂直投影重叠部分不再申请用海面积，而与已确权的港池用海项目垂直投影重叠情况，则考虑按海域立体分层确权，申请本项目对应的海域底土空间的用海面积，同时协调已确权的港池用海空间范围的变更登记。

综上，在满足隧道实际用海及符合规范的前提下，结合周边已确权用海情况，项目用海面积不存在减少的空间。

7.5.2 宗海图绘制

7.5.2.1 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 7.5-1。

7.5.2.2 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）和《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》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 7.5-2。

7.5.2.3 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，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，结合项目所在海域周边已确权用海情况，本项目拟申请海域底土空间，拟建海底隧道用海单元与已确权的用海项目存在垂直投影重叠情况。具体表现为本项目在洪奇沥水道段海底隧道用海与已确权的翠亨新区滨河整治水利工程（北

区水利工程）和南沙大型城市综合体临时工程项目用海存在部分垂直投影重叠。按照前述 6.3.8 章节分析，结合《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》要求，翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）用海方式为非透水构筑物，用海空间涉及水面、水体、海床和底土，属于排他性较强的严重改变海域自然属性的已确权项目，结合本项目隧道用海与其工程关系特征，两个项目垂直投影重叠部分不适宜进行海域使用权立体分层设权，本项目与已确权海堤垂直投影重叠部分不再申请用海面积。南沙大型城市综合体临时工程用海方式为港池，用海空间主要为水体，与本项目隧道用海主要使用海域底土空间不冲突，在利益相关者协调同意的基础上，可开展两个项目的海域使用权立体分层设权，拟申请本项目对应的海域底土空间的用海面积。

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）和《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》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 7.5-3，宗海立体空间范围示意图，详见图 7.5-4。

7.5.3 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，本项目拟申请海域底土空间，用海范围存在与已确权的项目用海垂直投影重叠，按照前述 6.3.8 章节分析，结合《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》要求，本项目与已确权海堤垂直投影重叠部分不再申请用海面积，而与已确权的港池用海项目垂直投影重叠情况，则考虑按海域立体分层确权，申请本项目对应的海域底土空间的用海面积，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-.....-a26-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-.....-b14-b1 围成的区域为横门南汉海底隧道用海范围。

本项目界址点坐标见表 7.5-1。

表 7.5-1 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程宗海界址点

（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 8.5337 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 4.7136 公顷，横门南汉海底隧道用海面积 3.8201 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。

7.6 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。

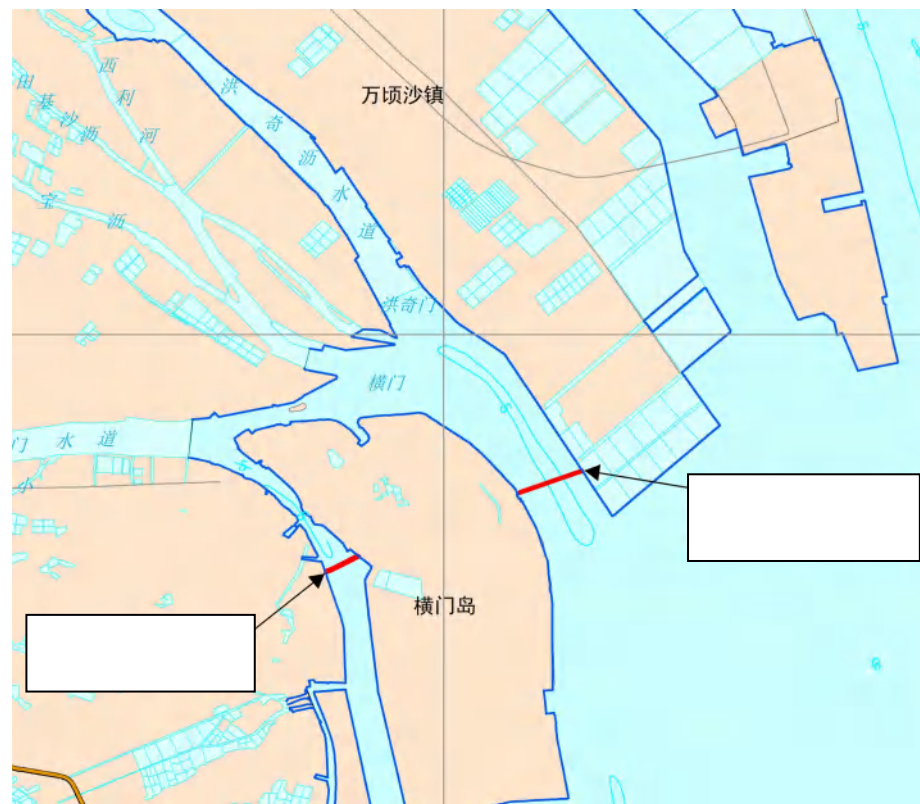


图 7.5-1 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程宗海位置图

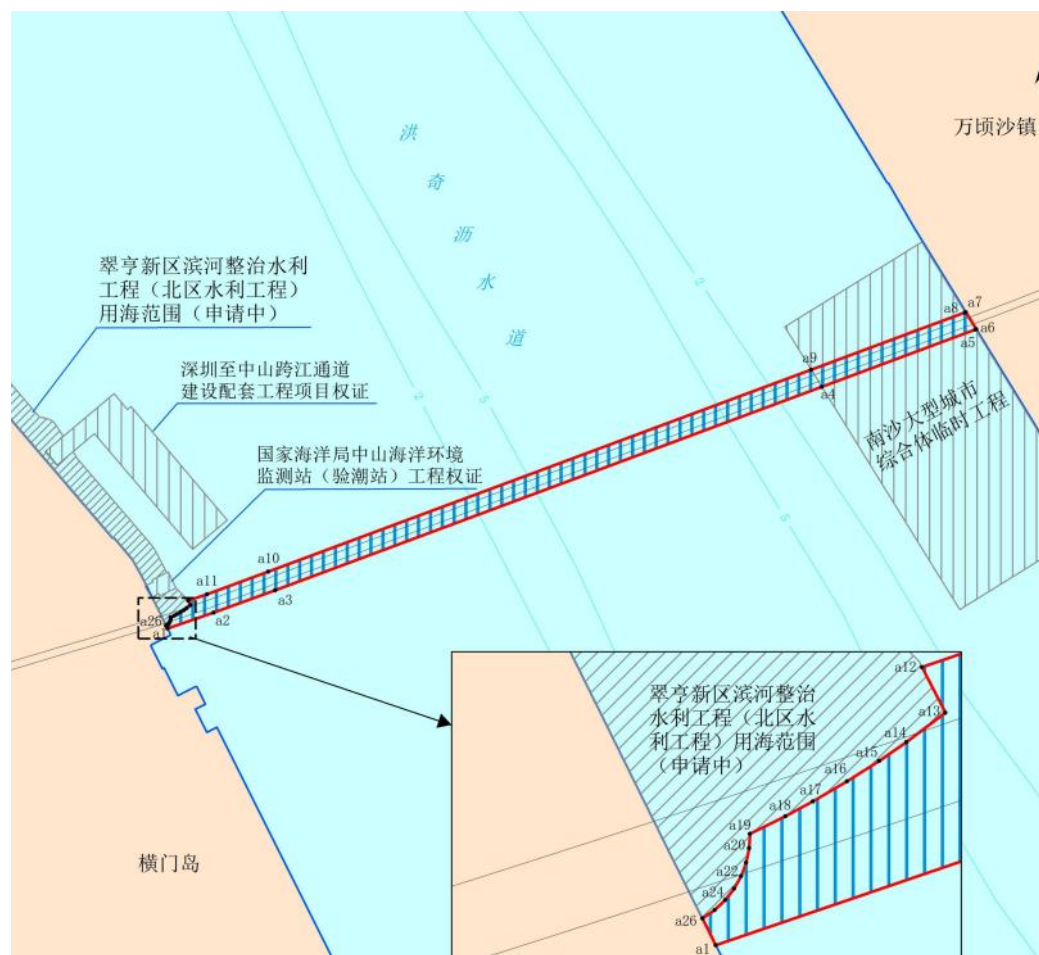


图 7.5-3a 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程（洪奇沥水道海底隧道）宗海界址图

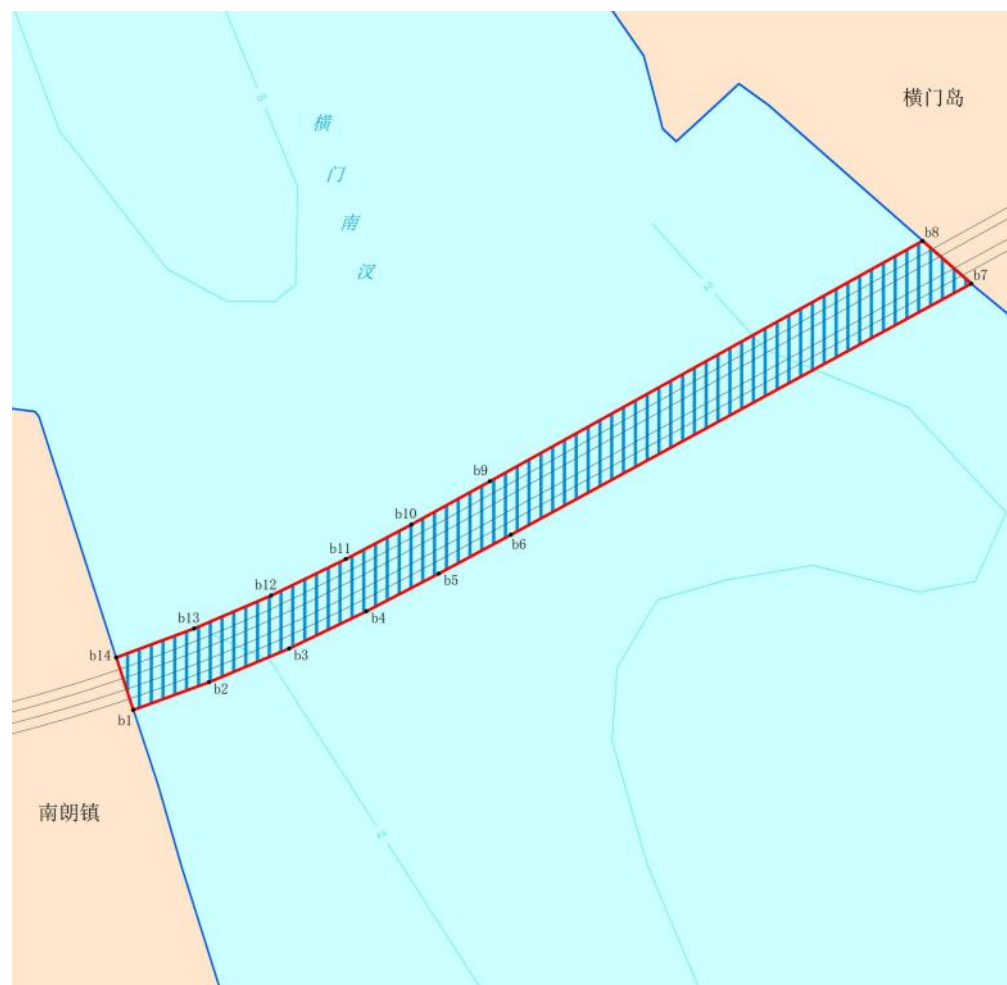


图 7.5-3b 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程（横门南汉海底隧道）宗海界址图

图 7.5-4a 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）立体空间范围示意图

图 7.5-4b 南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程（横门南汉海底隧道）立体空间范围示意图

8.生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 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（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”“二十三 铁路”中“1、城际建设”。因此，本项目用海属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》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，本项目符合广东省“三区三线”中生态保护红线海域部分的划定成果，项目用海符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，还与《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》相符合。

8.1.2 岸线与滩涂资源利用

本项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，用海方式为海底隧道，仅使用海域底土空间。

项目用海不占用滩涂资源，不涉及岸线占补。

8.1.3 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，仅使用海域底土空间，已最大可能地减少海域水面、水体和海床的用海面积，以及岸线占用长度，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经多次优化比选确定，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汊的方案，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。

8.1.4 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，不排海，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。

8.1.5 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。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 海洋生态环境保护措施

（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。

8.2.2 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。初定监测方案及要求如下：

1) 监测内容

根据盾构区间施工监测的要求，建立监测网，主要的监测内容为地表沉降、

隧道拱顶沉降与上浮、周边收敛等。施工监测与第三方监测同时进行。

2) 监测要求

建筑物和地表沉降监测的目的主要是保护周围环境,评估工程施工对利益相关者和周围构筑物结构安全及正常使用的影响程度。区间隧道开挖过程中应根据监测数据进行信息化施工,及时对施工方案进行调整。各监测项目在盾构通过前应测得稳定的初始值,且不应少于两次。

3) 监测项目及技术要求

表 8.2-1 监测点布置、项目及频率表

序号	监测项目	方法及工具	测点布置	监测频率
1	洞内及洞外观 察	洞内的管片衬砌变形、 开裂等,洞外的地表沉 降开裂等肉眼观察	—	每天不少于 1 次
2	地表沉降(或隆 起)	水准仪	纵向测点间距 10~30m、横 向在盾构始发 100 范围及 工法和结构断面变化部位 布置监测断面,在隧道边 上建筑物部位加密	距掘进面前后≤20m, 1 次/天; 距掘进面前后 ≤50m, 1 次/2 天; 距 掘进面前后>50m, 1 次/周; 沉降稳定后, 1 次/月
3	邻近建(构)筑物	水准仪、全站仪或经纬 仪、裂缝观测仪	建筑物四角(拐角)上, 高低悬殊或新旧建筑物连 接处,伸缩缝、沉降缝和 不同埋深基础的两侧等位 置布置	
4	地下管线沉降	水准仪	地下管线每 5~15m 一个测 点,管线接头处或位移变 化敏感部位	
5	管片衬砌变形	全站仪、收敛仪、断面 扫描仪	每一盾构施工的区间隧道 设 1~2 个主测断面,在拱 顶、拱底、拱腰共埋设 4 个测点	在衬砌拼装成环,尚 未脱出盾尾和脱出盾 尾且能通视时两阶段 进行监测。
6	管片与土层间 接触应力	土压力盒、频率接收仪	全段主测断面对应设置 1~2 个断面,每一断面不少 于 5 个测点	距掘进面前后≤20m, 1 次/天; 距掘进面前后 ≤50m, 1 次/2 天; 距 掘进面前后>50m, 1 次/周; 沉降稳定后, 1 次/月
7	管片内力	钢筋应力计、混凝土应 变计、螺栓应力计	全段主测断面对应设置 1~2 个断面,每一断面不少 于 5 个测点	
8	土体分层沉降 及水平位移	分层沉降仪、倾斜仪	全段主测断面对应设置 1~2 个断面,每一断面不少 于 5 个测点	

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 47.6km，其中高架段 4.8km，其余均为地下段。本项目涉海工程为盾构海底隧道，涉海段长约 2.25km，其中二十涌至香山站涉海段采用单洞双线隧道方案，下穿洪奇沥水道，总长约 1.45km；香山-火炬东站（预留）涉海段采用双洞单线隧道方案，下穿横门南汊，总长约 0.80km。

本项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，拟申请用海总面积为 8.5337 公顷，均为海底隧道用海，拟进行海域立体分层确权，申请用海空间为海域底土空间，其中洪奇沥水道涉海段用海面积 4.7136 公顷（包含与南沙大型城市综合体临时工程港池用海垂向投影重叠面积 0.9137 公顷），隧道高程范围 -27.0~-57.3m，横门南汊涉海段用海面积 3.8201 公顷，隧道高程范围 -23.5~-42.6m。项目用海占用（下穿）岸线总长 169m，对岸线自然属性和生态功能基本无影响，不涉及岸线占补，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）工程拟弥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 项目用海资源生态影响分析结论

（1）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。本项目用海占用一定的海域底土空间，不占用滩涂资源，不涉及岸线占补。因此，本项目对海洋资源影响相对较小。

（2）生态影响分析

本项目为盾构海底隧道，整个工程建设均在海域底土空间进行，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。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，营运期涉海段不设车站，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。海洋生物的分布范围主要在水层中和表层以浅的海底沉积物内。因此，本项目盾构海底隧道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。

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、广州南沙交通投资集团有限公司和国家海洋局南海预报中心，相关利益具备可协调性。此外，项目用海还应与航道管理部门、林业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 项目用海与国土空间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）》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。同时，本项目用海符合广东省“三区三线”中生态保护红线海域部分的划定成果，符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》。

此外，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》，以及国家和广东省关于推进海域使用权立体分层设权的相关要求相符合。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

（1）用海选址（线）

项目的选址（线）满足区域自然条件要求，具有建设所需的社会条件，符合国土空间区划，并与相关规划要求相一致，与周边海洋开发活动相适应，具备可协调性。因此，本项目用海选址（线）具有合理性。

（2）平面布置

项目的用海平面布局根据相关行业规范进行设计，既满足项目用海需求，又与周边用海活动相协调，且综合考虑节约、集约用海原则，平面布置是合理的。

（3）用海方式

项目的用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海方式能够维护海域的基本功能，最大限度地减少了对海域资源环境的影响，用海方式是合理的。

（4）占用岸线

项目用海占用（下穿）岸线总长度为 169m。项目用海对岸线自然属性和生态功能基本无影响，不涉及岸线占补。

（5）用海面积

项目拟申请用海总面积 8.5337 公顷，均为海底隧道用海，为海域底土空间。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设计标准和规范，并结合实际，用海面积是合理的。

（6）用海期限

项目拟申请用海期限为 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（线）符合《广

东省海洋功能区划（2011-2020）年》和《广东省国土空间规划（2021-2035 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海域资源生态、海洋开发活动和海域国土空间分区影响较小。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，在充分落实利益相关者协调和周边构筑物结构安全保障对策措施的前提下，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和周边构筑物沉降监测，严禁对海洋环境造成污染，严禁对周边构筑物结构安全等造成影响。

（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

- [1]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工可设计文件》；
- [2]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）总体设计文件》；
- [3]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）初步设计文件》；
- [4]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）施工图工作版线路》；
- [5]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）初步勘察阶段补充岩土工程勘察报告》；
- [6]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）【香山站—二十涌站区间】详细勘察阶段岩土工程勘察报告》；
- [7]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）涉十九涌、二十涌、洪奇沥水道及横门南汊河段洪水影响评价报告》；
- [8]《南沙至珠海（中山）城际工程穿越市级湿地公园、红树林方案线路唯一性论证报告》；
- [9]《南沙至珠海（中山）城际对盾构隧道施工对中山海洋环境监测站（验潮站）结构安全影响评估报告》；
- [10]《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）海洋环境影响专题报告》。

2. 现状调查资料

[1]广州南沙附近海域海洋环境与生态现状调查资料，中国科学院南海海洋研究所，2022年9月。

3. 现场勘查记录

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			
序号	勘查概况			
1	勘查人员	李延峰、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	2024 年 1 月 4 日	勘查地点	广州市南沙区万顷沙、中山市横门南汊附近海域
	勘查内容简述	天气：多云，微风。 主要设备：照相机、GNSS 接收机合众思壮测量型 G10 等。 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。 海域现状情况：项目所在海域主要开发利用活动主要为码头工程、路桥工程和验潮站等，该项目下穿海域沿岸分布有红树林（见下图）。 		
项目负责人				

附件

- 附件 1 海洋环境与生态检测 CMA 报告；
- 附件 2 用海申请者与利益相关者已达成的协议
- 附件 2-1：中山翠亨新区工程项目建设事务中心复函
- 附件 2-2：广州南沙交通投资集团有限公司复函
- 附件 2-3：国家海洋局南海预报中心复函；
- 附件 3 海洋测绘资质证书复印件；
- 附件 4 检验检测机构资质认定证书复印件；
- 附件 5 重要图件名录；
- 附件 6 广东省自然资源厅关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）工程用海预审意见的函（粤自然资海域〔2022〕3132 号）；
- 附件 7 广东省交通运输厅关于新建南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段项目初步设计的批复（粤交铁〔2023〕114 号）；
- 附件 8 广东省生态环境厅关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙—兴中段）环境影响报告书的批复（粤环审〔2023〕70 号）；
- 附件 9 广东省交通运输厅关于新建南沙至珠海（中山）城际万顷沙至兴中段穿越湿地公园和森林公园线路方案唯一性论证报告的意见（粤交铁字〔2023〕55 号）；
- 附件 10 珠江委关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙至兴中段）涉十九涌、二十涌、洪奇沥水道及横门南汊河段洪水影响评价（建设项目建设方案、国家基本水文测站上下游建设影响）准予水行政许可决定书（珠许可决〔2023〕91 号）；
- 附件 11 中山市人民政府关于南沙至珠海（中山）城际（万顷沙-兴中段）工程项目（涉海段）符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；
- 附件 12 广东省人民政府关于项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见表。