

深圳市城市轨道交通 13 号线二期
(南延) 工程海域使用论证报告书
(公示稿)

建设单位：深圳市地铁集团有限公司

委托单位：中铁二院工程集团有限责任公司

论证单位：广东林阳海洋科技有限公司

2023年6月



论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4403052023001325		
论证报告所属项目名称	深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东林阳海洋科技有限公司		
统一社会信用代码	91440800MA4X4A1F2H		
法定代表人	唐美明		
联系人	唐美明		
联系人手机	13531107961		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
谢国良	BH001494	论证项目负责人	谢国良
谢国良	BH001494	1. 概述 2. 项目用海基本情况 9. 结论 10. 报告其他内容	谢国良
黄华聪	BH000411	3. 项目所在海域概况 4. 资源生态影响分析	黄华聪
何雪怡	BH001495	5. 海域开发利用协调分析 6. 国土空间规划符合性分析	何雪怡
杨风	BH003477	7. 项目用海合理性分析 8. 生态用海对策措施	杨风
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: right;">承诺主体(公章):</p> <div style="text-align: right;">  <p>2023年7月10日</p> </div>			

目 录

摘要.....	1
1 概述.....	5
1.1 论证工作来由.....	5
1.2 论证依据.....	7
1.2.1 法律法规.....	7
1.2.2 标准规范.....	10
1.2.3 项目技术资料.....	11
1.3 论证工作等级和范围.....	11
1.3.1 论证等级.....	11
1.3.2 论证范围.....	12
1.4 论证重点.....	13
2 项目用海基本情况.....	14
2.1 用海项目建设内容.....	15
2.1.1 工程建设内容.....	15
2.1.2 轨道 13 号线工程走向.....	15
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	18
2.2.1 项目平面布置.....	18
2.2.2 项目主要结构和尺度.....	20
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	23
2.3.1 施工方案.....	24
2.3.2 主要施工工艺和方法.....	29
2.3.3 土石方平衡.....	39
2.3.4 施工工期.....	39
2.4 项目用海需求.....	41
2.4.1 用海类型和用海方式.....	41

2.4.2	申请用海面积	41
2.4.3	申请用海期限	44
2.5	项目用海必要性	44
2.5.1	项目建设的必要性	44
2.5.2	项目用海的必要性	50
3	项目所在海域概况	55
3.1	海洋资源概况	55
3.1.1	港口资源	55
3.1.2	锚地和航道资源	56
3.1.3	旅游资源	57
3.1.4	渔业资源	58
3.1.5	海砂资源	58
3.1.6	自然保护区	59
3.1.7	开发利用现状	59
3.2	海洋生态概况	63
3.2.1	气候与气象	63
3.2.2	海洋水文	65
3.2.3	海洋自然灾害	68
3.2.4	地形与地貌	72
3.2.5	区域地质及工程地质	72
3.2.6	海洋环境现状	80
3.2.7	海洋生物生态现状	98
3.2.8	渔业资源	105
3.2.9	海洋生态环境调查结论	119
4	资源生态影响分析	122
4.1	生态评估	122
4.2	资源影响分析	122

4.2.1	项目用海对岸线资源和空间资源的影响分析	122
4.2.2	项目用海对海洋生物资源损耗分析	122
4.2.3	项目用海对港口航道的影响分析	122
4.2.4	项目用海防洪影响的影响分析	123
4.3	生态影响分析	123
4.3.1	项目用海对水动力环境影响分析	123
4.3.2	项目用海对地形地貌和冲淤环境影响分析	123
4.3.3	项目用海对水质和沉积物环境影响分析	124
4.3.4	项目用海生态环境影响分析	124
5	海域开发利用协调分析	128
5.1	海域开发利用现状	128
5.2	项目用海对海域开发活动的影响	130
5.2.1	对深港西部通道填海工程和南油集团后海滨海路以东填海工程的用海影响分析	130
5.2.2	对深圳湾大桥（深港西部通道）的用海影响分析	130
5.2.3	对深圳地铁2号线出入线及望海路地下快速路的用海影响分析	130
5.2.4	对后海河和深圳湾公园的用海影响分析	131
5.3	利益相关者界定	133
5.4	相关利益协调分析	133
5.4.1	对深圳市地铁集团有限公司的协调分析	133
5.4.2	对深圳市南山区水务局的协调分析	133
5.4.3	对深圳市土地投资开发中心和深圳市公园管理中心的协调分析	134
5.4.4	对深圳市交通运输局的协调分析	135
5.5	项目用海与国防安全与国家海洋权益的协调性分析	136
5.5.1	对国防安全和军事活动的影响分析	136
5.5.2	对国家海洋权益的影响分析	136
6	国土空间规划符合性分析	137
6.1	所在海域国土空间规划分区基本情况	137

6.1.1	项目所在海域《广东省国土空间规划（2020-2035年）》分区	137
6.1.2	项目所在海域《深圳市国土空间规划（2020-2035年）》分区	139
6.1.3	项目所在海域《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》分区	143
6.1.4	项目所在海域《广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017-2025年）》分区	144
6.2	对周边海域国土空间规划分区的影响分析	144
6.3	项目用海与国土空间规划的符合性分析	146
6.3.1	项目用海与《广东省国土空间规划（2020-2035年）》符合性分析	146
6.3.2	项目用海与《深圳市国土空间规划（2020-2035年）》符合性分析	146
6.3.3	项目用海与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》符合性分析	146
6.3.4	项目用海与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017-2025年）》及《生态红线》符合性分析	147
6.3.5	项目用海与《深圳市海岸带综合保护与利用规划（2018-2035）》的符合性分析	149
6.4	项目用海与国家有关产业政策符合性分析	149
6.4.1	与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析	149
6.4.2	与《广东省主体功能区规划》的符合性分析	150
6.4.3	与《深圳市海洋环境保护规划（2018-2035）》的符合性分析	150
6.4.4	与《深圳市城市总体规划（2016-2035）》的符合性分析	151
6.4.5	与《深圳市综合交通“十四五”规划》的符合性分析	151
6.4.6	与《深圳市轨道交通线网规划（2016-2035）》的符合性分析	151
6.4.7	与《深圳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析	152
6.4.8	与《深圳市南山区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析	152
7	项目用海合理性分析	153
7.1	用海选址合理性分析（论证重点）	153
7.1.1	选址区域社会经济条件符合项目用海需求	153

7.1.2	项目与区域自然资源、生态环境条件的适宜性	154
7.1.3	可能存在的安全和环境风险	156
7.1.4	项目选址与其他用海活动相适应	157
7.1.5	项目用海选址的唯一性	157
7.2	用海平面布置合理性分析	158
7.3	用海方式合理性分析	162
7.4	占用岸线合理性分析	163
7.5	用海面积合理性分析	163
7.5.1	用海面积量算	163
7.5.2	面积合理性分析	164
7.5.3	宗海图绘制	165
7.4	用海期限合理性分析	168
8	生态用海对策措施	169
8.1	概述	169
8.2	生态用海对策	169
8.2.1	生态保护对策	169
8.2.2	生态跟踪监测	170
8.3	生态保护修复措施	172
9	结论	173
9.1	项目用海必要性分析结论	173
9.2	项目用海符合国土空间规划管控要求	173
9.3	项目用海符合国家有关产业政策要求	174
9.4	项目用海符合国家节约集约用海相关政策	174
9.5	项目用海满足海岸线保护利用要求	175
9.6	项目用海对海洋资源和海洋生态影响较小	175
9.7	项目用海利益相关者可协调	176
9.8	项目用海对海上交通安全无影响；	177

9.9 项目用海与国防安全或国家海洋权益无冲突	177
资料来源说明	179
1 引用资料	179
2 现状调查资料	180
附录 I 浮游植物种名录	180
附录 II 浮动物种名录	180
附录 III 鱼卵仔稚鱼物种名录	180
附录 IV 海域底栖生物种名录	180
附录 V 游泳动物名录	180
3 现场勘查记录	181
附件	182

摘要

深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.1km，设站 3 座，下穿前海河河口，涉及用海。为使本项目用海得以合理实施，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规定》、《深圳经济特区海域使用管理条例》和《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的规定和要求，需对该项目工程用海进行海域使用论证，为自然资源行政主管部门审批项目用海提供科学依据。

申请单位：深圳市地铁集团有限公司

委托单位：中铁二院工程集团有限责任公司

申请用海面积：0.2249 公顷

申请用海年限：40 年

建设内容：本项目是 13 号线二期（南延）工程的一部分，位于 13 号线歌剧院站与日出剧场站之间（以下简称“歌~日区间”），下穿越前海河河口，涉及用海。左线海底隧道长 47.4m，右线海底隧道长 93.8m。本项目采用盾构法施工，由歌剧院站始发，日出剧场站接收。

项目立项情况：2020 年 3 月 27 日国家发展和改革委员会《国家发展改革委关于调整深圳市城市轨道交通第四期建设规划方案的批复》（发改基础〔2020〕484 号），本项目为深圳市城市轨道交通第四期建设规划方案的一部分。

项目用海必要性：深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.1km，设站 3 座，平均站间距 1.367km，全线采用地下敷设方式，受地面建筑物和造价等因素影响，为了节约用海，歌~日区间线路尽量减小城市道路条件及建构物的限制，以基本直线穿越前海河河口海域，在充分利土地和海域的情况下，深圳市城市轨道交通 13 号线二期工程歌~日区间线路走向为弧形。本项目采用盾构法施工，下穿前海河河口，涉及用海，因此用海是必要的。线站位示意图详见图 1 和图 2。



图1 深圳13号线二期（南延）工程线站位示意图



图2 13号线二期（南延）工程下穿后海河河口海域线路走向示意图

项目规划符合性：项目所在海域的海洋功能区为深圳湾保留区，其海域使用类型为交通运输用海。本项目为深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程，用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，属于交通运输用海范畴，用海方式为构筑物用海中的暗挖海底隧道用海。本项目用海与《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》、《深圳市国土空间规划（2020-2035 年）》、《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》、《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017-2025 年）》以及《广东省海洋生态红线》等项目规划的分区情况、指导思想与发展目标相符合。

项目占用岸线情况：下穿越人工岸线 52 米。

项目利益相关者协调情况：通过对本工程项目周围用海现状的现场踏勘调查和对项目周围用海情况的调访，项目用海对周围海洋开发利用的影响主要利益相关者为地铁 2 号线、望海路隧道、后海填海工程。

地铁 2 号线与本项目同一用海单位，利益可协调；本项目在绘制宗海界址图阶段已与望海路隧道工程沟通，取得了协调方案；后海填海工程已完成多年，剩余部分不再填海，利益可协调。因此，本项目的相关利益者是可以协调的。

项目对资源生态影响及生态保护修复措施：本项目为海底隧道工程，不占用海岸线资源，海域部分采用盾构法施工，歌日区间盾构长 1409m，其中海底隧道长 93.8m。盾构施工段的隧道将直接穿越海底，并与海床表面竖向距离约 18.94m，对工程区域水动力不产生影响，无表层海床开挖或航道疏浚作业，隧道上方为后海河河口不设置其他构筑物。因此，本项目对海洋资源生态影响较小，做好生态保护措施，预防隧道坍塌、涌水涌沙、渗水等事故发生。

项目用海选址、方式、面积、期限的合理性分析：项目平面布置依据规划线位所确定的路线走廊，结合沿线地形、地貌、水文、地质等自然条件以及沿线主要城镇发展规划、路网布局等进行布线，落实《深圳市轨道交通规划》，充分应用安全选线、环保选线进行平纵面设计，减少房屋及其他拆迁，重视环境保护，减少对自然景观的破坏，减少噪音和废气污染。本项目为城市轨道交通项目，用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的暗挖海底隧道用海，与周边的填海造陆用海功能兼容，其用海活动不会对周边用海活动产生影响。因此，本项目建设与周围其他开发活动

不存在冲突，与周边用海活动相适宜。本项目申请用海面积 0.2249 公顷，均为海底隧道用海，不占用岸线，满足项目需要。项目主体结构设计使用年限 100 年，用海性质为经营性用海，交通设施工程属于公益事业，项目申请用海 40 年合理。

综上所述，深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程的建设，是强化深圳西部发展轴带、促进城市合理布局的需要；是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的迫切需要；是支持前海（蛇口）自贸区、大空港地区发展的需要；是推动南山区土地集约化利用，带动沿线产业升级的需要。项目用海是必要的，与相关利益者可协调，与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》在“深圳湾保留区”的功能定位相符合；本项目不在《广东省海洋生态红线》内，与《广东省海洋生态红线》不冲突；本项目用海类型为海底隧道，采用盾构法施工，下穿越岸线，项目用海符合《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》、《深圳市国土空间规划（2020-2035 年）》、《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《深圳市城市总体规划（2016-2035）》和《深圳市综合交通“十四五”规划》等相关规划指导思想和发展目标。项目选址、用海方式、用海面积和用海期限合理，在严格按照本报告书中提出的要求，严格按照批准的用海位置、面积、方式等进行工程建设，做好海域环境的保护工作，落实好与利益相关者的协调，避免项目用海的风险。从海域使用角度出发，深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程项目用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

深圳市是中国广东省省辖市，国家副省级计划单列市，下辖 9 个行政区和 1 个新区：福田区、罗湖区、南山区、盐田区、宝安区、龙岗区、坪山区、龙华区、光明区、大鹏新区。深圳市地处珠江三角洲前沿，是连接中国内地和香港的纽带和桥梁，东临大亚湾和大鹏湾，西濒珠江口和伶仃洋，南边深圳河与香港相连，北部与东莞、惠州两城市接壤，辽阔海域连接南海及太平洋。自 2010 年 7 月 1 日起，深圳经济特区范围延伸到全市，在中国高新技术产业、金融服务、外贸出口、海洋运输、创意文化等多方面占有重要地位，在中国的制度创新、扩大开放等方面肩负着试验和示范的重要使命。

2019 年 1 月，全市机动车拥有量高达 337.76 万辆，与国内其他城市相比已位居前列，且汽车保有量增速高于北京、天津、杭州、上海、广州等国内主要大城市，按建成区面积计算，深圳市每平方公里汽车数量为 3706 辆；按常住人口计算，深圳市每百人拥有汽车 28 辆；按道路里程计算，深圳市每公里道路上有 517 辆汽车，居民汽车拥有水平已接近全球经济发达城市。深圳市已进入小汽车高速增长时期，交通形势十分严峻。必须协调土地利用与交通发展，大力发展轨道交通，在小汽车完全进入家庭之前，建立起以轨道交通为主体、常规公共交通为网络、与小汽车交通具有竞争力的、一体化的客运交通体系，促进城市交通的可持续发展。

深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程可研编制范围（国家发改委批复文件见附件 2）：深圳湾口岸站（不含）～东角头站，线路全长约 4.067km，设站 3 座（东角头站、歌剧院站和日出剧场站），均为地下线，本项目用海位于歌剧院站和日出剧场站之间，穿越前海河河口最宽约 93.8m，线站位示意图详见图 1.1-1。

本项目下穿前海河河口海域，位于 2020 年修测岸线外面，但同时位于 2001 年 12 月 28 日批准的后海填海工程范围内（见图 1.1-2），由于后海填海工程是《中华人民共和国海域使用管理法》实施前批准的，核准使用期限为：填海后，以国土红线时间为准（见附件 3），无海域使用权证，现在为深圳湾公园和望海路等用地。目前后海填海工程正在办理填海验收，未完成填海部分不再填海。因此，本项目位于 2020 年修测岸线外，适用《中华人民共和国海域使用管理法》，需要办理海域使用论证手续。



图 1.1-1 项目地理位置示意图

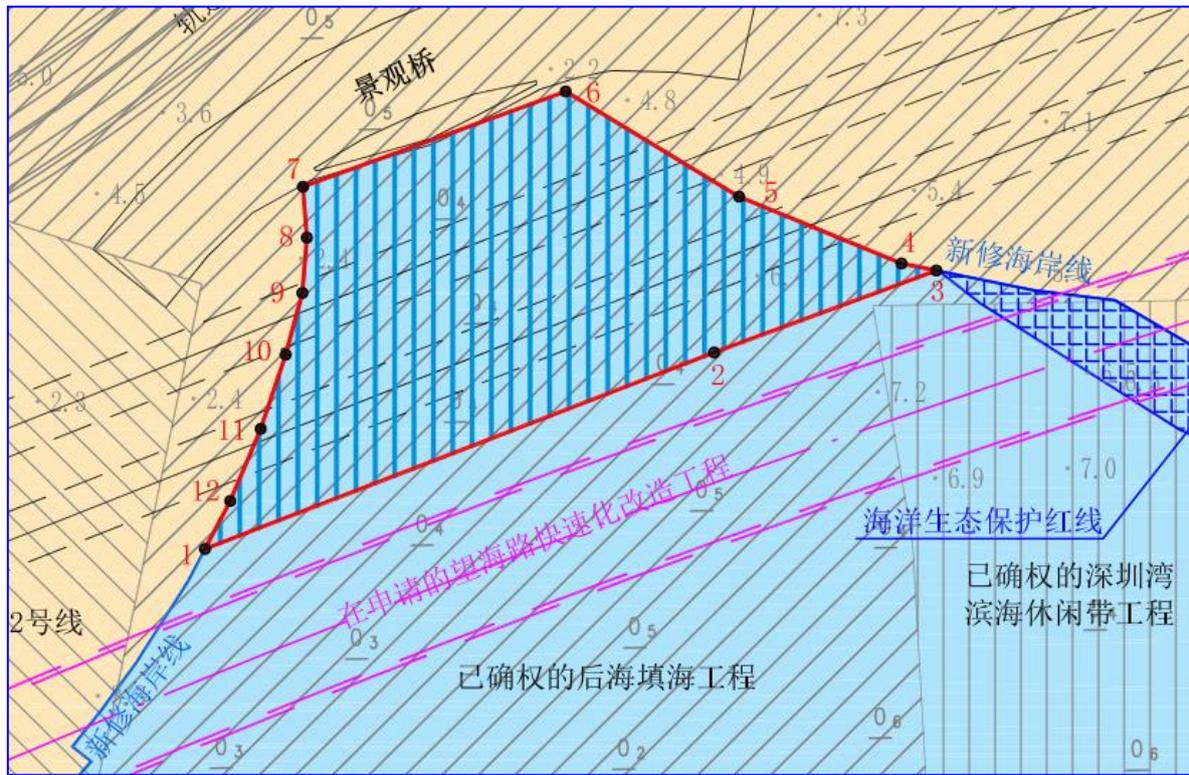


图 1.1-2 项目位置及相邻用海关系图

为使用海项目得以合理实施，并为海域使用审批提供重要依据，依据《中华人民共和国海域使用管理法》、《广东省海域使用管理规定》、《深圳经济特区海域使用管理条例》和《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的规定和要求，需对该项目工程的海域使用可行性进行论证，为海洋行政主管部门审批提供科学依据。受中铁二院工程集团有限责任公司委托（附件 1），广东林阳海洋科技有限公司承担深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程的海域使用论证工作。

广东林阳海洋科技有限公司在接受了该项目海域使用论证工作的委托后，立即组织项目参与人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解项目工程建设内容，并收集了大量相关信息资料。按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）等相关法律法规的要求，结合本项目的特点，广东林阳海洋科技有限公司编制完成了《深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大

会常务委员会第八次会议修订；

(2) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；

(3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017年11月4日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修正；

(4) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正；

(5) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月7日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修正；

(6) 《中华人民共和国港口法》，2015年4月24日中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议修正；

(7) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令 第475号），2006年9月；

(8) 《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》，（国办发[2002]36号）2002年7月；

(9) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006年10月发布；

(10) 《海域使用权登记办法》，国家海洋局，2006年10月发布；

(11) 《关于加强区域建设用海管理工作的若干意见》，国家海洋局，国海发[2006]14号；

(12) 《海域使用论证管理规定》，国家海洋局，国海发[2008]4号；

(13) 《全国海洋功能区划（2011-2020）》，国务院，2012年3月；

(14) 《广东省海洋功能区划（2011-2020）》，国务院，国函[2012]182号；

(15) 《广东省海域使用管理条例》，广东省十届人大常委会第二十九次会议审议通过，2007年3月1日起施行；

(16) 《深圳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，深圳市人民政府，2021年6月；

(17) 《深圳市海洋功能区划》，深圳市人民政府，深府[2004]158号，2004年9月；

- (18) 《深圳市城市总体规划（2016-2035）》，深圳市人民政府，2017年10月；
- (19) 《深圳市综合交通“十四五”规划》，深圳市交通运输局，2022年2月；
- (20) 《深圳市轨道交通线网规划（2016-2035）》，深圳市规划和国土资源委员会（市海洋局），2018年3月；
- (21) 《深圳市南山区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》；深圳市南山区人民政府，2021年7月；
- (22) 《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；
- (23) 《国家海洋局海洋咨询中心关于加强用海工程项目评审为海洋生态文明建设做好咨询服务工作的四项措施》，国家海洋局海洋咨询中心，2013年2月21日；
- (24) 《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》粤府〔2012〕120号，广东省人民政府，2012年9月14日；
- (25) 《广东海洋经济综合试验区发展规划》，国家发展和改革委员会，2011年11月。
- (26) 《广东省海洋主体功能区规划》，粤府函〔2017〕359号，广东省人民政府，2017年12月8日；
- (27) 《广东省海洋生态红线》，粤府函〔2017〕275号，广东省人民政府，2017年9月29日；
- (28) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，粤府〔2017〕120号，广东省人民政府，国家海洋局，2017年10月27日；
- (29) 《深圳经济特区海域使用管理条例》，深圳市人民政府，2020年5月1日实施；
- (30) 《海岸线占补实施办法（试行）》，广东省自然资源厅，2021年7月2日实施。
- (31) 《深圳市海域管理范围划定管理办法》，深圳市规划和自然资源局，2022年1月1日实施。
- (32) 《广东省国土空间规划（2020-2035年）》（公众版），广东省自然资源厅，2021年2月；

(33) 《深圳市国土空间总体规划(2020-2035年)》(草案), 深圳市规划和自然资源局, 2021年6月;

(34) 《广东省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》, 广东省自然资源厅, 2023年5月;

(35) 《深圳市国土空间生态保护修复规划(2021-2035年)》, 深圳市规划和自然资源局, 2022年12月。

1.2.2 标准规范

(1) 《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023), 国家市场监督管理总局, 2023年7月1日实施;

(2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2014年10月1日实施;

(3) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009), 国家海洋局, 2009年5月1日实施;

(4) 《海域使用分类》(HY/T 123-2009), 国家海洋局, 2009年5月1日实施;

(5) 《海洋监测规范》(GB 17378-2007), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2008年5月1日实施;

(6) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2008年5月1日实施;

(7) 《海水水质标准》(GB 3097-1997), 国家环境保护局, 1998年7月1日实施;

(8) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2002年3月1日实施;

(9) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2002年10月1日实施;

(10) 《海域使用面积测量规范》(HY 070-2003), 国家海洋局, 2003年10月1日实施;

(11) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018), 中华人民共和国自然资源部, 2018年11月1日实施;

(12) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 农业部, 2008年3月1日实施;

(13) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2004)，国家环境保护局，2004年12月11日实施；

(14) 《海洋功能区划技术导则》(GB/T 17108-2006)，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2007年5月1日实施。

(15) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组编，海洋出版社，1986年3月。

1.2.3 项目技术资料

(1) 《深圳市城市轨道交通13号线二期(南延)工程可行性研究报告》，中铁二院工程集团有限责任公司，2022年4月；

(2) 《深圳市城市轨道交通13号线二期工程(南延)工程初步勘察阶段岩土工程勘察报告》，中铁二院工程集团有限责任公司，2022年9月；

(3) 《深圳市城市轨道交通13号线二期工程(南延)初步设计》，中铁二院工程集团有限责任公司，2022年9月；

(4) 《深圳市城市轨道交通12号线工程海域使用论证报告书》，广东海洋大学，2018年12月；

(5) 《深圳湾滨海休闲带西段项目海域使用论证报告书》，中国科学院南海海洋研究所，2018年4月；

(6) 《2021年广东省海洋灾害公报》，广东省自然资源厅，2022年6月；

(7) 《2022年深圳市气候公报》，深圳市气象局，2023年1月31日。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证等级

深圳市城市轨道交通13号线二期(南延)线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约4.1km，设站3座，平均站间距1.367km，不新建段场及主所，控制中心设置于深圳NOCC内。本项目位于歌剧院站与日出剧场站之间，左线海底隧道长47.4m，右线海底隧道长93.8m。项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海面积为0.2249公顷，不占用岸线。

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)中关于海域使用论证工作等

级的规定（表 1.3-1），用海方式为暗挖海底隧道用海，所有规模所有海域海域使用论证工作等级均界定为二级。因此，本项目海域使用论证工作等级为二级。

表 1.3-1 本项目海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式		用海规模	所在海域特征	论证等级
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	

注：引自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的表 1。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，论证范围应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。海底管线等线性工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展5 km，二级论证3 km。通过对工程海域资源环境特点初步分析，本项目位于深圳湾内，根据海域使用论证技术导则要求，二级论证的海洋调查需要布设12个站位，在3公里的海湾内布置12个站位过于密集，对环境不具代表性，因此，海洋调查的站位会超出论证范围。本项目论证范围如图1.3-1中ABCD四点与岸线组成的海域，ABCD四点坐标信息见表1.3-2，论证海域面积约30km²。

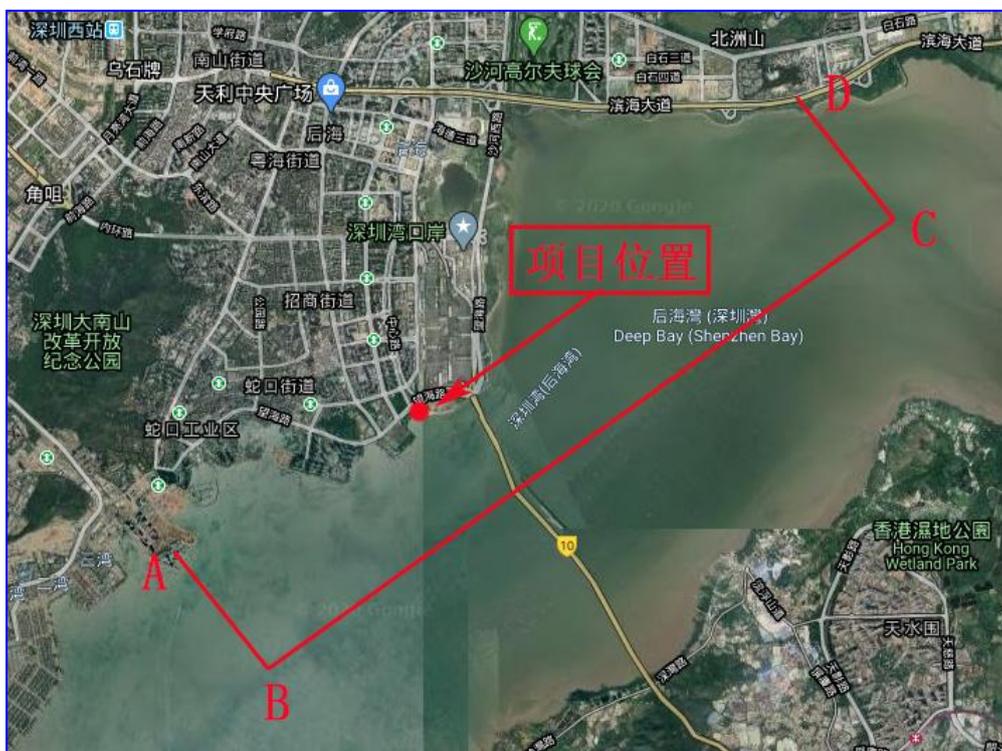


图 1.3-1 本项目论证范围示意图

表 1.3-3 论证范围坐标信息

编号	东经	北纬
A	113° 54' 54.02''	22° 28' 06.47''
B	113° 55' 29.24''	22° 27' 16.22''
C	113° 59' 57.45''	22° 30' 18.37''
D	113° 59' 29.64''	22° 31' 08.61''

1.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C 的要求，结合工程附近海域的自然环境条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，确定论证工作的重点为：选址（线）合理性、用海面积合理性、海域开发利用协调分析。

2 项目用海基本情况

(1) 项目名称：深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程。

(2) 用海单位：深圳市地铁集团有限公司。

(3) 用海性质：经营性。

(4) 项目性质：新建项目。

(5) 用海位置：本项目位于深圳湾内，起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，下穿越前海河河口最宽约 93.8m（用海长度）。中心地理坐标为东经 $113^{\circ} 56' 20.863''$ ，北纬 $22^{\circ} 29' 17.429''$ 。项目位置见图 2-1。



图 2-1 项目位置图

(6) 建设内容及规模:

本项目是 13 号线二期（南延）工程的一部分，位于 13 号线歌剧院站与日出剧场站之间（以下简称“歌~日区间”），下穿越前海河河口，涉及用海。左线海底隧道长 47.4m，右线海底隧道长 93.8m。本项目采用盾构法施工，由歌剧院站始发，日出剧场站接收。

(7) 占用岸线：0 m（其中穿越岸线 52m）。

(8) 总用海面积：0.2249 公顷。

(9) 用海类型和方式：用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，属交通运输用海范畴，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。

(10) 用海期限：40 年。

(11) 项目总投资：49.62 亿元。

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 工程建设内容

13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.1km，设站 3 座，平均站间距 1.367km，不新建段场及主所，控制中心设置于深圳 NOCC 内。本项目海底隧道施工采用盾构法。

2.1.2 轨道 13 号线工程走向

根据《深圳市轨道交通线网规划（2016~2035）》、《深圳市城市轨道交通四期建设规划调整（2017-2022）》，13 号线起点为南山区东角头站，终点为光明区公明北站，线路全长约 45.5km，设站 30 座，平均站间距约 1.6km，全线分两期三段建设（一期一段，二期北延段和南延段），详见图 2.1-1 所示。

1) 一期工程

一期工程线路起于深圳湾口岸站，主要沿中心路-科苑大道-同发路-沙河西路-松柏路-宝石路-如意路-田心大道敷设，止于上屋北站，线路全长 22.437km，全部为地下线，设车站 16 座，其中换乘车站 12 座。平均站间距 1.475km，最大站间距 4.83km（留仙洞站~白芒站），最小站间距 0.636m（科苑站~深大东站）。设内湖停车场一座；新建深大和罗租 2 座主变电所，控制中心设置于深圳 NOCC 内，并于 2018 年开工建设。



图 2.1-1 13 号线线路走向示意图

2) 二期工程（北延）

二期工程（北延）线路起于一期工程上屋北站（不含），穿大眼山后主要沿鹅颈西路—长圳路—茶林路—观光路—塘宏路--松白路—长春路—炮台路敷设，止于公明北站，线路全长约 19.1km，共设站 11 座，平均站间距 1.7km，最大站间距 4.164km（上屋北站至市中医院站），最小站间距 0.893km（公明广场站至长春北路站）。设公明车辆段一座，利用 6 号线光明主所及一期罗租主所，控制中心设置于深圳 NOCC 内，已于 2022 年 9 月完成初步设计审查，目前施工单位已进场。

3) 二期（南延）工程（本项目）

13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.1km，设站 3 座，平均站间距 1.367km，均为地下线，不新建段场及主所，控制中心设置于深圳 NOCC 内。线站位示意图详见图 2.1-2。



图 2.1-2 深圳 13 号线二期（南延）工程线站位示意图



图 2.1-2 13 号线二期（南延）工程下穿后海河河口海域线路走向示意图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

本节根据《深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程可行性研究报告》和《深圳市城市轨道交通 13 号线二期工程（南延）初步设计》中的内容阐述项目的建设方案和施工概况，工可批复见附件 4。

2.2.1 项目平面布置

（1）平面布置原则

本项目平面布置依据规划线位所确定的路线走廊，结合沿线地形、地貌、水文、地质等自然条件以及沿线主要城镇发展规划、路网布局等进行布线，落实《深圳市轨道交通线网规划》，充分应用安全选线、环保选线进行平纵面设计，减少房屋及其他拆迁，重视环境保护，减少对自然景观的破坏，减少噪音和废气污染。路线平纵指标掌握均衡，在不过多增加工程量的情况下，尽量采用较高平竖曲线半径，讲究平纵配合以及与自然景观相协调。

（2）平面布置方案

13 号线二期（南延）工程由一期工程深圳湾口岸站站后引出，下穿望海路和西通排洪渠后转向西南敷设，于深圳湾公园内设日出剧场站，出站后跨越规划望海路地下快速路后从深圳湾口岸东侧绕行，下穿深圳湾公路大桥后，经 2 号线出入线南侧进入规划歌剧院北侧、望海路下方设歌剧院站，出站后折向西北下穿蛇口山公园，终于蛇口广场设东角头站与 2 号线换乘。线路全长约 4.1km，共设站 3 座，平均站间距 1.367km，

最大站间距 1.624km（日出剧场站至歌剧院站），最小站间距 0.993km（歌剧院站至东角头站）。详见图 2.2-1。



图 2.2-1a 轨道交通 13 号线二期（南延）工程日～歌区间平面布置方案

歌剧院站～日出剧场站区间临近海边，位于深圳湾公园、望海路。区间出歌剧院站后，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线停车场入场线区间，水平净距约 18.25m；下穿后海河入海口，隧道埋深高程范围-28.55m 至-19.29m（当地理论最低潮面），侧穿后海河景观桥，隧道距离桥桩约 3.0m，之后穿越深圳湾公园海风运动广场，下穿望海路、深圳湾大桥后至日出剧场站。

略

图 2.2-1b 轨道交通 13 号线二期（南延）工程平面布置方案（涉海部分）

略

图 2.2-1c 轨道交通 13 号线二期（南延）工程平面布置方案（涉海部分）

2.2.2 项目主要结构和尺度

(1) 项目主要结构

- 1) 歌~日区间盾构隧道施工;
- 2) 结构设计应保证结构具有足够的耐久性, 主体结构设计使用年限 100 年;
- 3) 盾构隧道内径取 6000 mm。其取值依据指标为: 建筑限界 5800 mm, 测量及变形误差 ± 100 mm。管片厚度为 350 mm, 管片宽度为 1500 mm。13 号线结构横断面和盾构隧道标准剖面图见图 2.2-2、图 2.2-3。

4) 隧道左线涉海段长 47.4m, 隧道右线涉海段长 93.8m, 下穿前海河段隧道竖向净距约 18.99m。

略

图 2.2-2 13 号线结构横断面图 (后海河段)

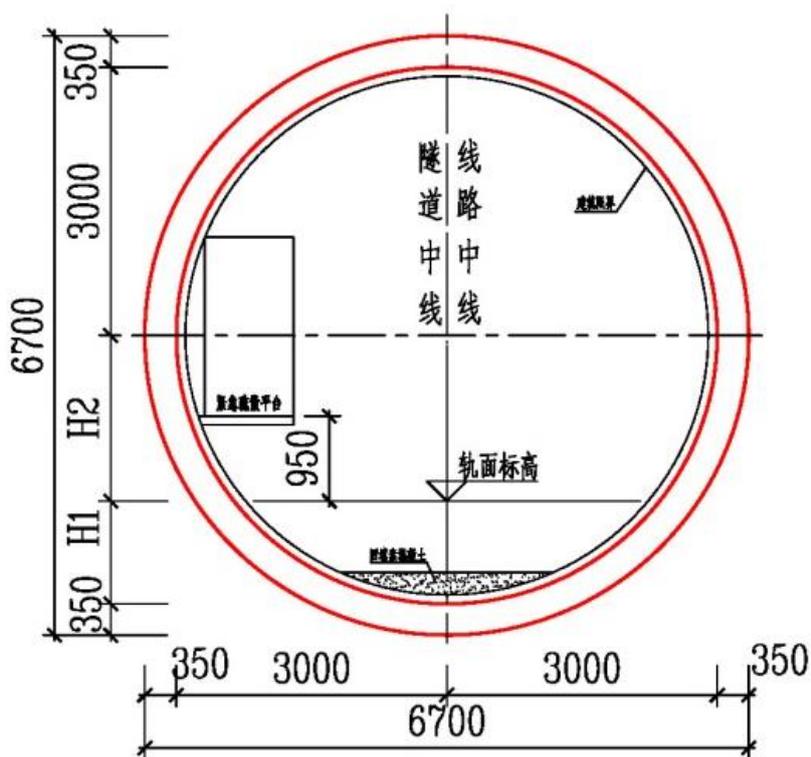


图 2.2-3 盾构隧道标准剖面图

(2) 项目主要尺度

- 1) 设计最高行车速度: 100 km/h;
- 2) 正线数目: 双线;
- 3) 最小曲线半径

正线：350 m；

联络线、出入线：一般 250 m，困难 150 m；

4) 正线最大坡度宜采用 30%、联络线 40%、出入线 35%（均不考虑各种坡度折减值）。

5) 车站站台范围内的线路应设在一个坡道上，坡度宜采用 2%。当具有有效排水措施或与相邻建筑物合建时，可采用平坡。

6) 道岔宜设在不大于 5%的坡道上，采用无砟道床的困难地段，尖轨后端为固定接头的道岔，可设在不大于 10%的坡道上。

7) 车站站台宜设在直线上。当设在曲线上时，其站台有效长度范围的线路曲线最小曲线半径不应小于 1500m。

8) 竖曲线设置：两相邻坡段的坡度代数差大于或等于 2‰时，应设置竖曲线连接。

9) 轨距：1435mm。

10) 钢轨：

正线、配线（含出入线）及试车线采用 60kg/m U75V 钢轨。

11) 扣件：

正线、配线（含出入线）及试车线采用 DT 弹条 II 型系列扣件。

12) 道床：

正线、配线（含出入线）采用整体道床。

13) 道岔：

正线、配线（含出入线）采用 9 号、12 号道岔。

14) 减振降噪

中等减振措施采用双层非线性减振扣件；高等减振措施采用隔振垫浮置板道床；特殊减振措施采用钢弹簧浮置板道床。

15) 地下结构所采用的材料应有足够的承载能力及抗渗能力，以确保使用年限为 100 年；

16) 预制钢筋混凝土管片：强度等级为 C50，抗渗等级为 P12；

17) 弹性密封垫：选择三元乙丙橡胶弹性密封垫；

18) 嵌缝材料：采用聚合物水泥、聚硫密封胶。

(3) 项目主要技术标准

1) 主要承重结构设计使用寿命不低于 100 年。

2) 地下结构侧墙、顶底板、矿山法隧道二衬混凝土等级不低于 C35。

3) 结构按Ⅶ度地震设防烈度进行抗震验算，车站抗震等级为三级；盾构及明挖区间抗震等级为四级，矿山法区间抗震等级为三级。在结构设计时采取相应的构造处理措施，以提高结构的整体抗震能力。

4) 明挖法施工的结构顶部覆土厚度应满足地下管线铺设及绿化种植等要求。

5) 严格控制工程施工引起的地面沉降量。一般情况，地面沉降量控制在 30mm 以内，隆起量控制在 10mm 以内。当周边有重要建筑（构）物及管线时，应控制在其允许的范围內。

6) 设计洪水频率标准按 1/100。

7) 人防防护等级分不同的防护单元，按不同的防护等级进行设计。地下车站及区间抗力级别为 6 级，防化等级不低于丁级，个别地下车站根据其防护重要性，可采用防化等级丙级。

8) 结构防水设计应满足国家颁发的《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）的有关规定。地下车站及机电设备集中区段防水等级为一级；区间隧道及连接通道等附属的隧道结构防水等级为二级。

9) 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和胶凝材料最小水泥用量等应符合耐久性要求，满足抗裂、抗渗和抗侵蚀的需要。一般环境条件下的混凝土设计强度及抗渗等级不得低于下表 2.2-1 的规定。

表 2.2-1 地下结构混凝土的最低设计强度等级表

施工方法	部 位	砼强度等级	抗渗等级
明挖法	整体式钢筋砼结构	≥C35	≥P8
	作为永久结构的灌注桩和地下连续墙	≥C35	≥P8
	作为临时结构的灌注桩和地下连续墙	≥C35	≥P6
盾构法	装配式钢筋砼管片	≥C50	≥P12
矿山法	喷射砼衬砌	≥C25	—
	现浇砼或钢筋砼衬砌	≥C35	≥P8

顶进法	钢筋砼结构	$\geq C35$	$\geq P8$
-----	-------	------------	-----------

注：① 一般环境条件指现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》环境类别中的 I 类。

② 抗渗等级的选用须同时满足防水对混凝土的抗渗等级要求。

10) 结构设计应按最不利地下水位情况进行抗浮稳定验算，在不考虑侧壁摩阻力时，其抗浮安全系数不得小于 1.05，当计及侧壁摩阻力时，其抗浮安全系数不得小于 1.15。抗浮水位宜按等同规划路面标高确定。当结构抗浮不能满足要求时，应采取相应的工程措施，但不宜采用消浮或底板锚杆的措施。泄水盲沟减压排水措施不能作为永久性结构抗浮措施考虑，但可作为施工中的降水工程措施。

11) 根据场地的地质状况、周边环境安全的重要程度和坑内永久性结构变形允许条件等因素，对基坑支护工程划分为四个级别。设计时可按具体情况根据表 2.2-2 对基坑的不同区段确定不同的等级，作为设计基坑支护的变形控制标准。

表 2.2-2 基坑保护等级和变形控制标准表

保护等级	地面最大沉降量及围护结构水平位移控制要求	周边环境保护要求
特级	1.地面最大沉降量 $\leq 0.1\%H$; 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.1\%H$, 或 $\leq 30mm$, 两者取最小值	1.离基坑 0.75H 周围有轨道交通、煤气管、大型压力总水管等重要建筑市政设施; 2.开挖深度 $\geq 18m$, 且在 1.5H 范围内有重要建筑、重要管线等市政设施或在 0.75H 范围内有非嵌岩桩基础埋深 $\leq H$ 的建筑物;
一级	1.地面最大沉降量 $\leq 0.15\%H$; 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.2\%H$, 且 $\leq 30mm$;	1.离基坑周围 H 范围内埋设有重要干线、在使用的大型构筑物、建筑物或市政设施; 2.开挖深度 $\geq 14m$ 且在 3H 范围内有重要建筑、管线等市政设施或在 1.2H 范围内有非嵌岩桩基础埋深 $\leq H$ 的建筑物;
二级	1.地面最大沉降量控制在 $\leq 0.3\%H$ 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.4\%H$, 且 $\leq 50mm$;	仅基坑附近 H 范围外有必须保护的重要工程设施;
三级	1.地面最大沉降量控制在 $\leq 0.6\%H$; 2.支护结构最大水平位移 $\leq 0.8\%H$, 且 $\leq 100mm$;	环境安全无特殊要求

注：表中 H 为基坑开挖深度。

12) 地下结构的裂缝宽度迎水面不得大于 0.2mm，背水面不得大于 0.3mm，并不得贯通。

2.3 项目主要施工工艺和方法

本节根据《深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程可行性研究报告》和《深圳市城市轨道交通 13 号线二期工程（南延）初步设计》中的设计内容阐述项目的主要

施工工艺和方法。

2.3.1 施工方案

全线区间主要施工工法为盾构法、矿山法、明挖法施工，区间工法汇总见表 2.3-1。结合全线工程地质情况、车站设置位置，地面场地条件、单台盾构机掘进长度、标段划分方便、工程实施难易程度及减少工程造价、保证工期要求等多因素综合考虑，全线隧道共拟采用 5 台盾构，其中 4 台 $\phi 6.0\text{m}$ 内径的泥水+土压平衡盾构，1 台土压平衡盾构。全线盾构行进方案见图 2.3-1。

表 2.3-1 区间隧道工法汇总表

区 间	区间长度 (双延米)	区间工法	备注
东角头站~歌剧院站	709	矿山法+明挖法 +盾构法	蛇口油库内（已废弃） 设轨排井兼施工竖井
歌剧院站~日出剧场站	1409	盾构法	泥水+土压双模盾构
日出剧场站~深圳湾口岸站	1228	盾构法	泥水+土压双模盾构

图例：

盾构法 —— 矿山法 —— 明挖法 盾构始发 • 盾构到达 ▶



图 2.3-1 全线盾构行进图

根据工程筹划，本项目用海区间盾构由歌剧院站始发，日出剧场站接收。本区间拟采用 2 台盾构机推进，左线先行，右线后行，左、右线隧道贯通后，盾构机由盾构井吊出，结束本区间的盾构段施工。

(1) 歌~日区间地下结构概述

歌剧院站~日出剧场站，长 1409m，区间临近海边，位于深圳湾公园和望海路下方。区间出歌剧院站后，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线侧穿了地铁既有 2 号线停车场出入场线区间，水平净距约 18.2m；下穿前海河入海口，竖向距离约 18.9m，

侧穿后海河景观桥，隧道距离桥桩约 3.0m，之后穿越深圳湾公园海风运动广场，下穿望海路、深圳湾大桥后至日出剧场站。

本区间左、右线为分修的两条单线隧道，线路平面曲线半径最小分别为 500m 和 350m，线间距 13.0~40.0m，区间拟采用管片内径 6.0m、外径 6.7m，并在管片内设置 300mm 厚钢筋混凝土内衬。区间范围规划有直径 15.7m 望海路公路隧道，盾构法施工，与区间共路径 0.59km，与区间隧道平行或交叉。公路隧道在下、地铁隧道在上，净距约为 3.0m。

场地范围原始地貌主要为浅海湾，由于城市建设开发的不断深入，道路修建、码头建设、港池开挖、城镇建设等各种人类活动日益增强，原始地貌发生了巨大变化。区间上覆层为素填土、填块石、第四系海陆交互相沉积流塑淤泥、软塑淤泥质土、可塑状黏性土、淤泥质砂、细砂、砾砂、硬塑砾质黏性土，覆盖层厚度>28m，下伏基岩全~微风化黑云母花岗岩。地下水主要为第四系孔隙水，主要赋存于第四系海积淤泥质砂层、第四系全新统冲海积的细砂、砾砂层及第四系上更新统冲海积的砾砂层中，其含水量丰富，为沿线主要含水层、透水层。不良地质为砂土液化、有害气体。

根据已有水质分析资料，场地附近地下水：在 I 类环境中，地下水对混凝土具弱腐蚀性，在 II 类环境中，地下水对混凝土具弱腐蚀性；在 A 类条件下，地下水对混凝土侵蚀等级为弱腐蚀性，水中 Cl⁻对钢筋混凝土结构中的钢筋长期浸水条件下为微腐蚀性、干湿交替为中等腐蚀性。

区间隧道洞身主要穿越淤泥、淤泥质土、淤泥质砂、黏性土、粉细砂、砾砂、可~硬塑状砾质黏性土和全、强风化花岗岩。区间线路纵断面为 V 型坡，隧道拱顶埋深 17.1m~43.5m。见图 2.3-2。

根据区间工程地质、环境条件，本区间不适合采用矿山法和明挖法施工，推荐采用盾构法方案。区间穿越大量砾砂层，砾砂渗透系数 35m/d，推荐采用泥水-土压平衡盾构。

盾构施工利用歌剧院站端头始发，日出剧场站端头接收。

略

图 2.3-2 歌~日区间地质纵断面图

(2) 盾构法施工

盾构法是暗挖隧道施工中一种先进的工法。盾构法施工不仅施工进度快，而且无噪音，无振动公害，对地面交通及沿线建筑物、地下管线和居民生活等影响较少。由于管片采用高精度厂制预制构件，机械化拼装，因而质量易于控制。地铁工程建设经验表明，由于采用高精度管片及复合防水密封垫，单层钢筋混凝土管片组成的隧道衬砌可取得良好的防水效果，不需要修筑内衬结构。盾构技术的发展，尤其是泥水式、复合式土压平衡式盾构的开发，使之在含水砂层以及砂质粘性土地层等所有地层中进行开挖成为可能，所以当工程地质和水文地质条件以及周围环境情况等难以用矿山法和明挖法施工时，盾构法是较好的选择；同时采用盾构法施工下穿房屋筏板基础时，能较有效控制地面沉降，减少对房屋的破坏。因此，地铁区间隧道采用盾构技术已成为发展的必然趋势。采用盾构法较矿山法施工有施工风险相对较小、对环境的影响较小、工程投资较省等优点。

（3）主要施工设备

1) 盾构机类型的选择

盾构机选型应结合区间地层特点选择合适的盾构机。城市地铁区间常用的盾构类型有三种：泥水平衡盾构、土压平衡盾构和复合式土压平衡盾构机，这三种盾构各有不同的特点和适用范围。

泥水平衡盾构主要针对于无粘聚力的含水砂层以及软流塑、流动性等特别松软的地层，也可广泛用于各种软弱地层的施工。

土压平衡盾构适用于各种土层及这些土层的互层，适用范围广。土压平衡盾构机分为两种，一种是土压式盾构机，另一种是泥土加压式盾构。土压式盾构机适用于仅需要切刀开挖且含砂量小的塑性流动性软粘土。泥土加压式盾构装备有注入添加剂、强力搅拌添加剂和渣土的机构，对渣土进行改良，以促进开挖渣土的流动性。添加剂的种类有膨润土、发泡剂等。

复合式土压平衡盾构机主要针对在同一隧道中，由于地层情况差异较大，地层变化复杂，需要不同类型的盾构机转换，以达到适应不同地层的目的。这种盾构机除具备一般土压平衡盾构机的一般特性外，还具有其它的特性：即既能在土层中掘进，还能在岩石中掘进。这种盾构机适用地层范围广，主要适用于岩石占较大成分的隧道。

本区间周边环境较复杂，隧道下穿海域，区间隧道洞身主要穿越砾砂、砾质黏性

土和全~强风化花岗岩，局部穿越淤泥、淤泥质土、淤泥质砂、黏性土。区间线路纵断面为V型坡，隧道拱顶埋深17.1m~43.5m。结合本区间实际的地层的特点，根据深圳地区地铁施工经验，本区间选用泥水-土压平衡盾构机，穿越海域段采用泥水模式掘进，如图2.3-3所示。

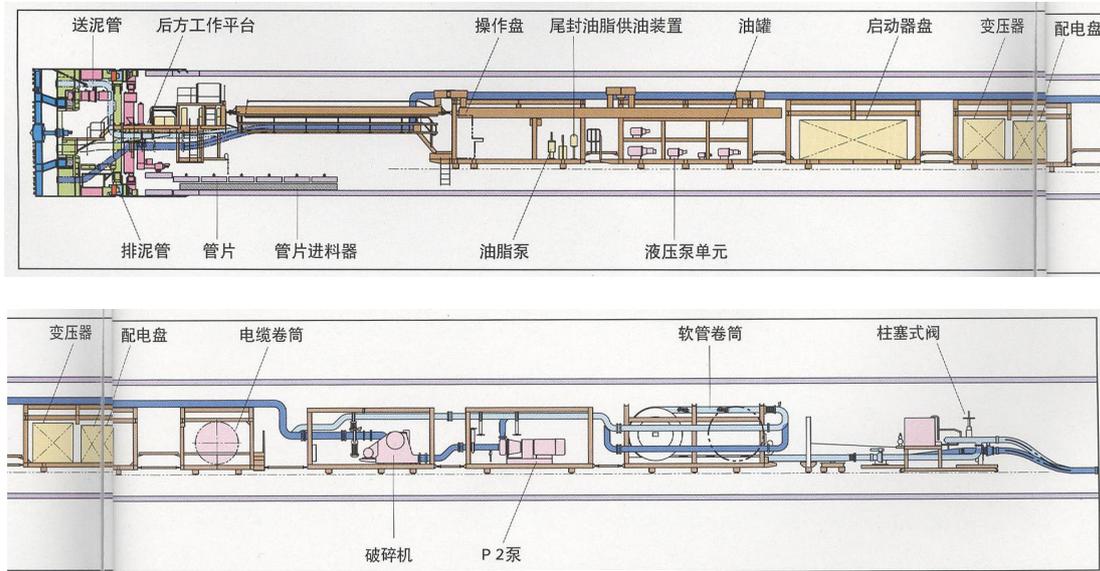


图 2.3-3 泥水平衡盾构结构示意图

2) 管片的拼装及连接方式

歌~日区间隧道封顶块采用径向插入和纵向插入相结合的插入方式，即径向推上再纵向插入；为加强结构的整体性，改善接缝的防水性能，歌~日区间隧道管片采用错缝拼装；管片连接采用弯螺栓连接。

管片拼装方式包括管片环间拼装方式和封顶块插入方式。

环间拼装方式：环间拼装方式有通缝拼装和错缝拼装两种。通缝拼装施工简单，错缝拼装可提高管片接缝刚度、改善接缝防水性能，但若管片制作及拼装精度不够理想，施工中管片接缝处混凝土易被顶裂。在国内，上海的盾构隧道一般采用通缝拼装，广州地铁、南京地铁、北京地铁试验段皆采用错缝拼装。在国外，一般以错缝拼装为主。

封顶块的插入方式：封顶块的插入方式包括径向插入、纵向插入、径向插入和纵向插入相结合三种方式。第三种方式综合了前两种方式的优点：既有利于减小千斤顶的行程以增加管片宽度，又改善了封顶块的接缝受力性能。在国内外的施工实践中采用第三种方式居多。

管片的连接方式有三种：螺栓连接、无螺栓连接、销钉连接。

国外三种连接方式均有采用，而采用螺栓连接较多，但国内基本上均采用螺栓连接，鉴于国内的设计施工水平，宜采用螺栓连接。

螺栓连接主要包括直螺栓连接、弯螺栓连接和斜螺栓连接。直螺栓连接对精度要求不高，但其开手孔较大，对管片截面削弱较大；弯螺栓连接对精度要求较高，开手孔较小，对管片截面削弱较小；斜螺栓对管片截面削弱最小，施工也最方便，但对螺栓和预埋件精度要求最高。

3) 管片制作与拼装精度要求

单块管片制作的允许误差：宽度为 ± 0.3 mm，弧弦长为 1.0 mm，环向螺栓孔及孔位误差为 1.0 mm，嵌缝槽及密封槽 ± 0.5 mm，厚度为 1.0 mm。

整环拼装的允许误差：相邻的环面间隙不大于 0.8 mm，纵缝相邻块间隙为 1.0 mm，纵向螺栓孔孔位、孔径偏差 1.0 mm，衬砌环外径 ± 3 mm。

(4) 区间隧道下穿后海河处理措施

下穿位置位于后海河入海口附近。与河底竖向距离 18.94m，河底主要地层为填块石、填砂层、淤泥，见图 2.3-5。处理措施如下：

A、针对性的进行盾构配置，如加强盾尾钢丝刷，增加防喷涌设施。

B、施工前应对河道的结构型式、建成年代及现状等进行调查。

C、在进入风险源区段之前需对盾构机进行全面检修，使盾构机的任何零部件都能正常运行，以便盾构机快速通过该区段。尤其是刀盘上泡沫管的畅通、盾尾刷良好的密封性能、注浆管的通畅。同时必须保证刀盘刀具的合理配置和完好性，避免在该区段内停机换刀。

D、盾构推进控制：为控制隧道轴线，防止土体因超挖量过大造成的空隙在盾壳上方不能及时填充，进而造成土体在盾构本体处有较大沉降，从而使河底产生较大的沉降，故要切实做好盾构推进过程中推进速率、出土量等推进参数的控制，以此来减少因轴线纠偏而形成的土体超挖量。

E、严格进行同步注浆，保证注浆压力和注浆密实，以减少因隧道周围土体的水平位移及垂直位移，以及由此而产生地面沉降。

F、加强对河面及周边地下水位的监测，根据监测情况，及时调整泥浆配比，做

好信息化施工。根据监测情况，必要时在地面采取跟踪注浆与隔离措施，防止变形过大。

略

图 2.3-5 歌~日区间隧道下穿前海河剖面图

2.3.2 主要施工工艺和方法

(1) 施工工艺

盾构法施工流程及工艺分别如图 2.3-6 和图 2.3-7 所示。

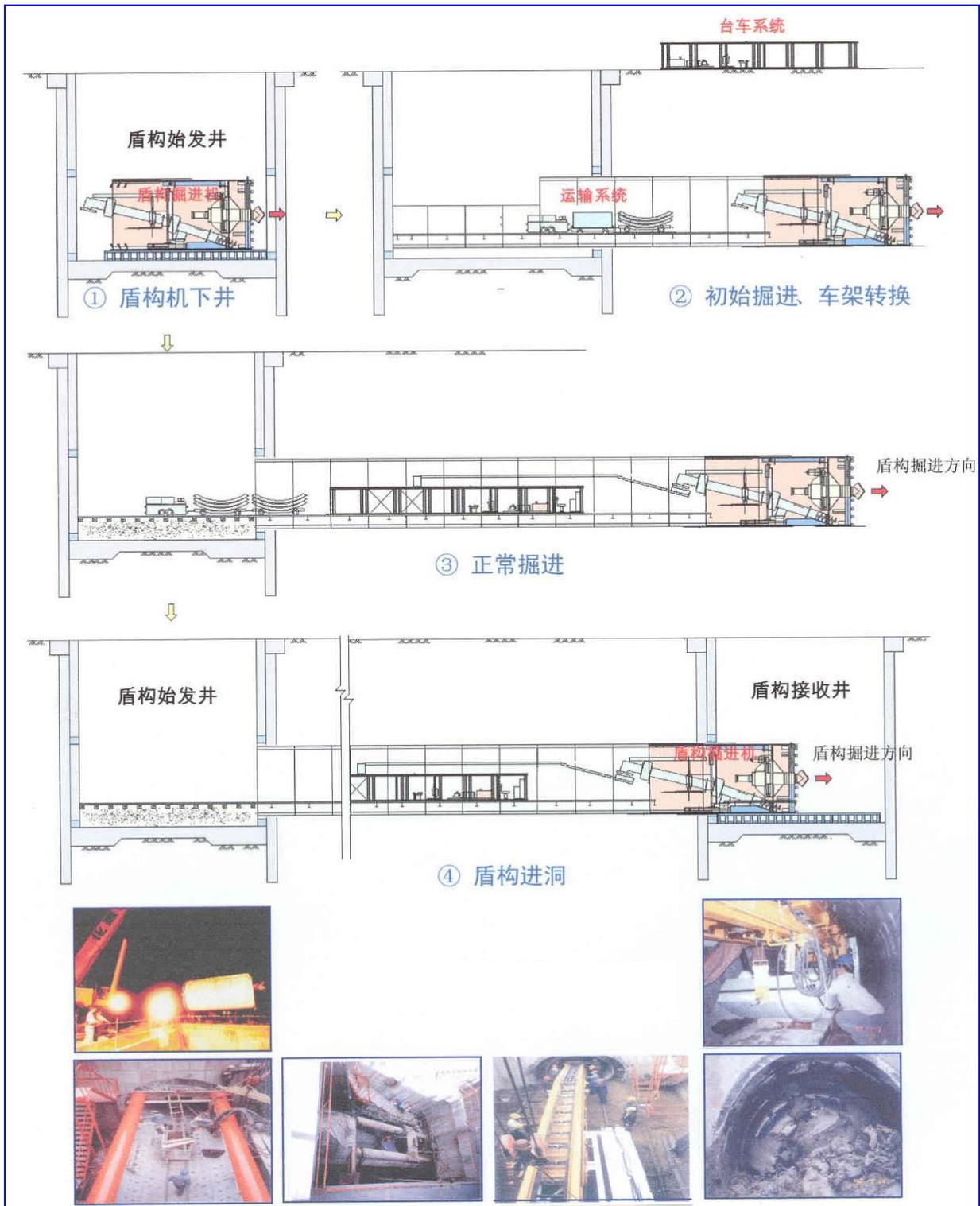


图 2.3-6 盾构法施工流程示意图

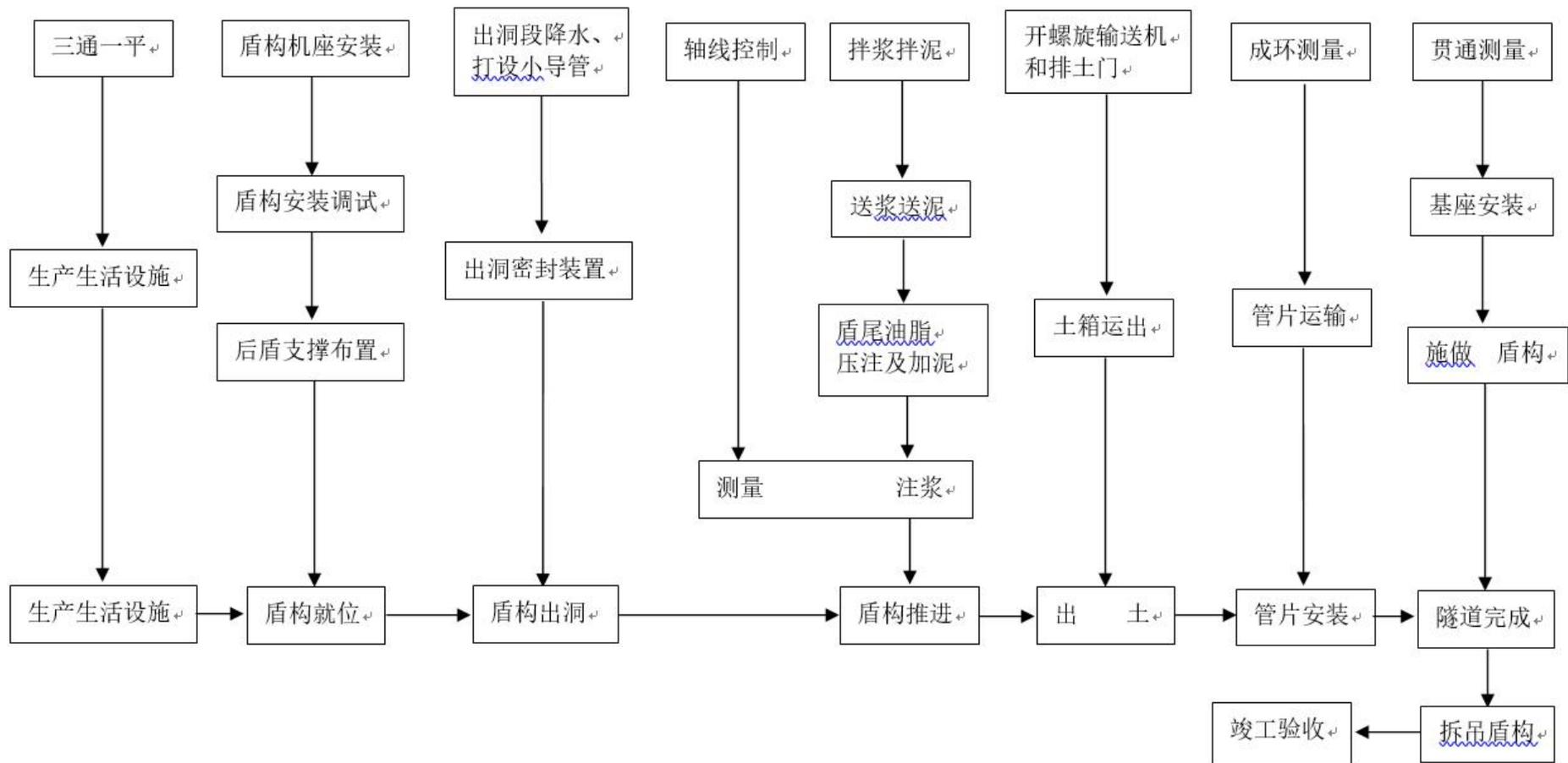


图 2.3-7 盾构法施工工艺流程图

1) 盾构机吊运

本项目使用的盾构机由机头和 9 节后续台车组成，机头为整体式，长度 8.9 m，外径 6.98m，重 108 t，属大型设备。每台后续台车重量均在 8 t 左右。

盾构机头采用起重量为 380 t 的吊车吊装，拖式炮车运输如图 2.3-8 所示。盾构机后续台车调运采用 25 t 吊车吊装，普通半挂汽车运输。



图 2.3-8 盾构机头吊运实际示意图

2) 盾构机现场组装

机头安装顺序：测量放线——基座安装——机头吊运下井。

后续台车及管线安装：后续台车放置在井口的地面上，按前后顺序排列成一列，然后按盾构机说明书进行台车与台车、台车与机头的管线连接。

3) 盾构机下井前准备

包括盾构基座的安装、龙门吊的安装、集土坑、泥浆池、充电间等盾构配套设备和设施的完善及盾构吊装场地的准备。盾构基座如图 2.3-9 所示。

4) 盾构掘进

初始掘进：后续台车必须放在地面上，等盾构掘进到台车所需距离以后，进行车

架转换后，方能进行正式掘进施工。初始掘进平面布置如图 2.3-10 所示。



图 2.3-9 盾构机基座

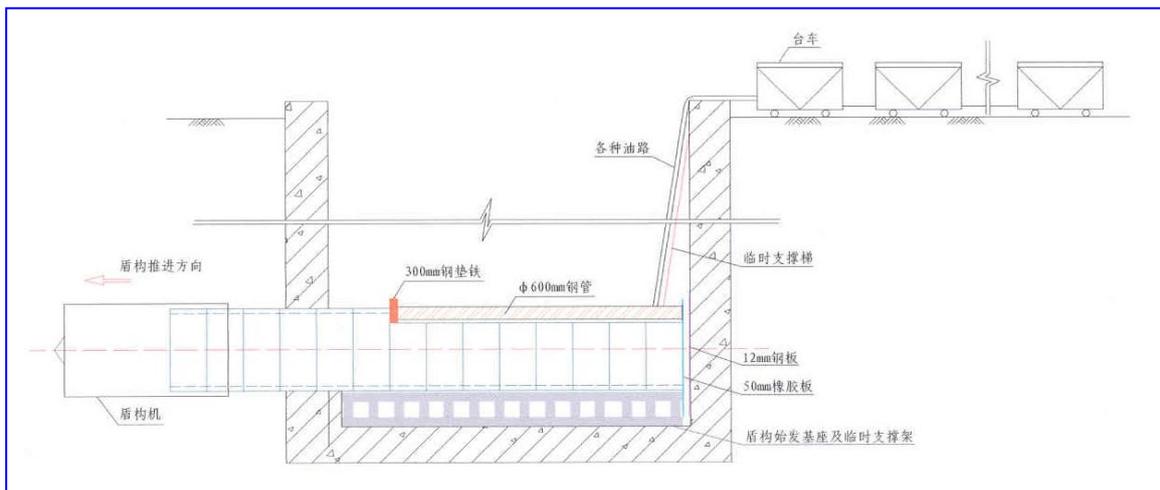


图 2.3-10 盾构初始掘进示意图

后盾支撑：后盾支撑是在第一环后座闭口环管片和井壁中间，通过两根 $\Phi 600$ 钢管支撑将轴向力传递至井壁，确保盾构出洞推进时千斤顶区域及油压有较大的选择范围，便于盾构出洞施工时轴线的控制，见图 2.3-11。



图 2.3-11 后盾支撑

正常掘进：包括加泥、同步注浆、推进、管片拼装和后期补压浆等工序。泥水平衡开挖面稳定原理见图 2.3-12。

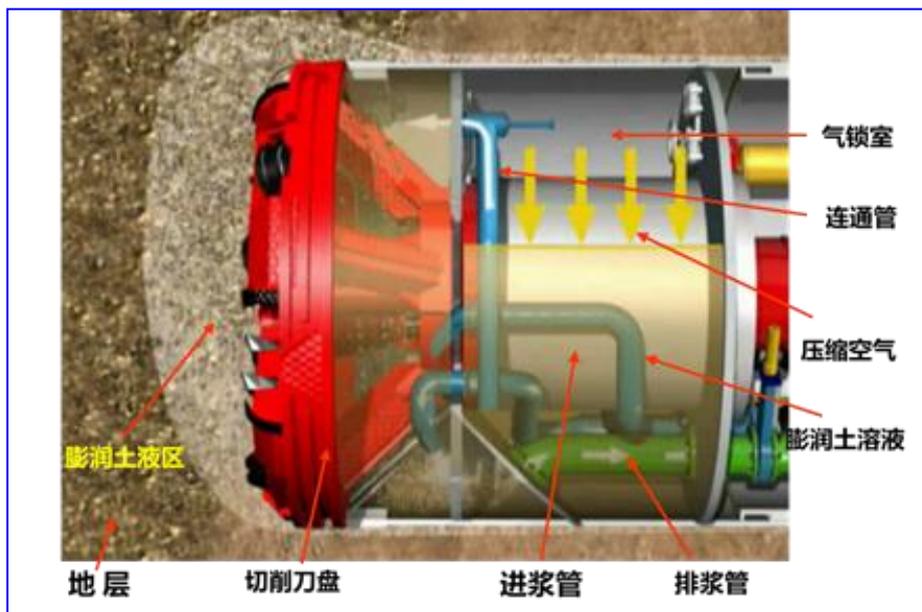


图 2.3-12 泥水平衡开挖面稳定原理示意图

运输安排：运输设备包括一台电瓶车、三台土车和一台管片车，主要是运送管片、弃土和施工材料等。

5) 隧道通风

隧道内的通风采用 $\Phi 300$ 轴流式风机，在500 m左右设接力风机一台，以确保远距离通风的要求。

6) 管片拼装

隧道衬砌由六块预制钢筋混凝土管片拼装而成，成环形式为小封顶纵向插入，如图2.3-13所示。

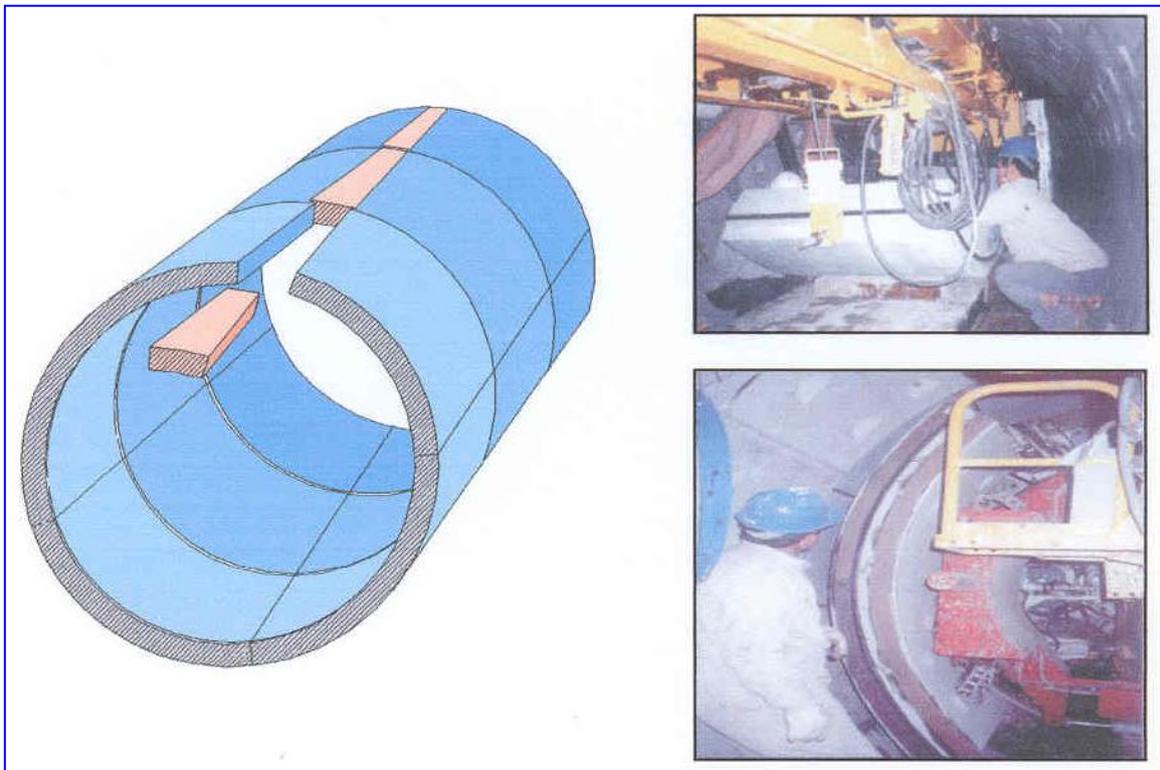


图 2.3-13 管片拼装实例图

7) 同步注浆和后期补压浆

盾构推进中的同步注浆和后期补压浆是充填土体与管片圆环间的建筑空隙，目的是防止地层变形，提高隧道的抗渗性及确保管片衬砌的早期稳定。同步注浆管路示意图如图2.3-14所示。

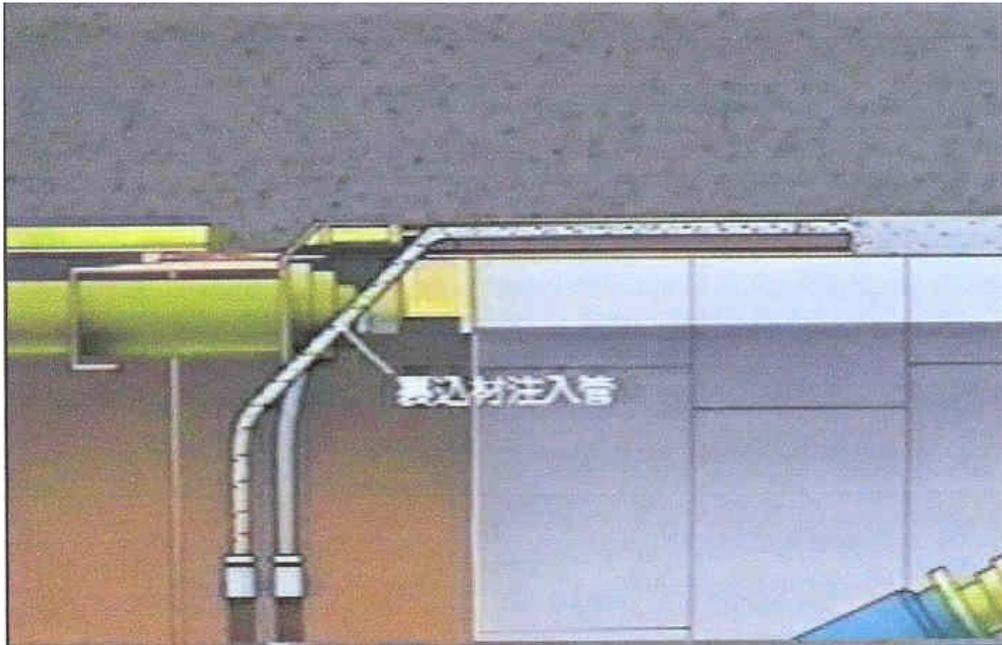


图 2.3-14 同步注浆管路示意图

注入材料：采用双液进行同步注浆，该浆液为水泥浆（A 液）与水玻璃（B 液）按比例在混合管内充分混合后经盾构盾壳上的注浆管注入到建筑空隙中。

8) 加泥

在盾构推进施工时，由于大部分地层为砂层，造成切削刀盘摩擦力过大。另一方面，刀盘切削进来的土体须经螺旋机运出至皮带输送机，螺旋机也会因工作扭矩过大而出土困难，严重时甚至停转。因此，必须通过往泥仓内加注改良后的泥浆的方式来改善土质，起到减摩的作用。同时加入泥浆搅拌后，切削下来的土体的粘性增加，可以减低砂土的渗水性，避免螺旋输送机涌水。

9) 土方运输

土方运输包括隧道内运输和弃土外运。盾构在掘进过程中不断出土，泥土经螺旋输送机排出后通过皮带输送机装入土箱中，由电瓶车牵引运至竖井内，用龙门吊将泥土卸入集土坑内，然后用装载机将泥土倒入晒土场，完成第一次土方运输，即隧道内运输。

泥土在晒土场晾晒一段时间后，保证外运过程中不会遗洒，这时再将泥土运至指定卸土场，从而完成弃方外运工作。

10) 管片加工

该工程盾构管片为预制钢筋混凝土管片，每环由 5 片组成。管片加工厂、管片加

工及管片堆放现场如图 2.3-15～图 2.3-16 所示。该项目所用管片为直接从管片加工厂运送来的成品。



图 2.3-15 以往类似工程管片加工厂实景



图 2.3-16 管片加工示意图

(2) 施工方法

歌～日区间隧道结构的施工方法要根据工程地质和水文地质条件，埋深、结构型式及开挖宽度，地面交通情况，周围环境及各种施工方法的适用条件等因素来选择其相应的施工方法，目前国内城市地铁区间施工较为成熟的方法有明挖法、矿山法、盾构法，工法比较见表 2.3-1。

表 2.3-1 施工方法比较

项目 \ 工法	盾构法	矿山法
施工难度	工法成熟，增强盾构机破岩能力后，隧道穿越地层较适应，难度较小	工法成熟，隧道穿越软岩地层，地下水较丰富，地质条件较差，难度较大
施工场地	施工场地可与车站结合设置	基本满足
施工风险	地层变化较大，盾构掘进存在一定风险。	地质条件较差，施工风险较大
对环境影响	地面沉降易于控制，对保护地面构筑物及管线有利	沉降较难控制，对穿越的地面构筑物及周围管线影响较大
结构防水	结构防水质量易于保证	结构防水质量不易保证
对车站影响	需车站埋深较大，对车站工期影响较大，盾构始发、到达、过站等影响车站结构施工	需车站埋深较深，满足矿山法覆土厚度，视地质情况而定
工期	工期控制有优势	工期控制有难度
工程质量	较好	一般

本区间下穿深圳湾公园、后海河河口海域，地质条件复杂，工法应根据地质情况进行考虑，区间隧道洞身主要穿越砾砂、砾质黏性土和全风化花岗岩~强风化花岗岩，局部穿越淤泥、淤泥质土、淤泥质砂、黏性土，地下水丰富，采用泥水平衡盾构进行施工。

根据规范要求，两条单线区间隧道之间，当隧道连贯长度大于 600 m 时，应设置联络通道。本区间单线长 1409 m（其中左线涉海长 47.4m，右线涉海长 93.8m），为避免在海域下设置泵房，在深圳湾公园停车场陆域设置 1#联络通道，深圳湾大桥东侧设 2#联络通道。

1#联络通道位于砾砂、砾质黏性土，采用矿山法施工，复合式衬砌结构，初支与二衬之间设全包柔性防水层，结构断面净空不宜小于 3.0 m（宽）x 2.4 m（高）；洞口处净宽 1.5 m，净高 2.1 m。联络通道两端分别设双向开启的甲级防火门，联络通道地面标高应与两侧区间隧道的纵向疏散平台地面标高平齐，保证紧急逃生人员顺利通

过联络通道进入对面防火分区。联络通道初支宜采用湿喷 C25 砼、P6 级，二衬结构采用 C35 混凝土，抗渗等级为 P10。

2#联络通道位于砾砂层，采用矿山法施工，复合式衬砌结构，初支与二衬之间设全包柔性防水层，结构断面净空不宜小于 2.8 m（宽）x 2.4 m（高）；洞口处净宽 1.5 m,净高 2.1 m。联络通道设双向开启的甲级防火门，联络通道地面标高应与两侧区间隧道的纵向疏散平台地面标高平齐，保证紧急逃生人员顺利通过联络通道进入对面防火分区。联络通初支宜采用湿喷 C25 砼、P6 级，二衬结构采用 C35 混凝土，抗渗等级为 P10。

正线隧道施工结束后，必要时在隧道的联络通道所在位置前后设置管片加固构件。加固构件要充分传递管片的荷载，选取与管片相同的圆形结构形式，使用钢构件以便于制作、安装及拆除。通常采用抗拉、抗压以及抗弯性能良好的 H 型钢，保护支架加固范围设置在联络通道前后各 3 m 范围。

2.3.3 土石方平衡

根据《深圳市政府办公会议纪要》（深圳市人民政府办公厅[170]，2017 年 10 月 26 日）第四条：关于轨道交通四期工程开工、弃土、手续问题（见附件 4）。请市轨道办牵头，会同市住房建设局、地铁集团等单位，梳理轨道交通四期工程弃土点，确定各线弃土运距。本项目歌～日区间海域段隧道采用盾构法，单线长度 1409m，总土方量约为 19509.6m³，弃土至煜硕码头，运距约 40km。

2.3.4 施工工期

根据工程筹划，区间盾构歌剧院站始发，日出剧场站接收。本区间拟采用 2 台盾构机推进，左线先行，右线后行，左、右线隧道贯通后，盾构机由盾构井吊出，结束本区间的盾构段施工。区间盾构部分总工期约 15 个月。

盾构掘进指标	130m/月·台（单线）
盾构始发	2 个月
本施工单元正线掘进	12 个月
明挖段盾构机转场	1 个月
盾构机解体起吊	1 个月。

详细工程筹划见图 2.3-17。

工程名称	歌剧院站	歌剧院站~日出剧场站区间	日出剧场站
施工方法	明挖	盾构	明挖
双线长度		1409.100m	
15月			
14月			
13月			
12月			
11月			
10月			
09月			
08月			
07月			
06月			
05月			
04月			
03月			
02月			
01月			
进度指标	盾构推进速度130m/月, 盾构始发2个月, 吊出清理1个月。		

图 2.3-17 施工进度横道图

2.4 项目用海需求

2.4.1 用海类型和用海方式

根据项目申请用海单位提交的《海域使用申请书》，本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，属交通运输用海范畴，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，见表 2.4-1。

表 2.4-1 项目用海类型和用海方式

用海类型			
一级类		二级类	
编码	名称	编码	名称
5	海底工程用海	52	海底隧道用海
用海方式			
一级方式		二级方式	
编码	名称	编码	名称
2	构筑物	22	海底隧道

注：引用《海域使用分类》（HY/T 123-2009）行业标准。

2.4.2 申请用海面积

项目论证阶段总申请用海面积 0.2249 公顷，全部为海底隧道用海，后海河段隧道埋深高程范围-27.4m 至-17.8m（当地理论最低潮面）。

本项目宗海位置图和宗海界址图由深圳市勘察研究院有限公司（测绘资质证书号：甲测资字 44001017）根据用海单位提供的坐标和经实地勘察确定的部分界址点 CGCS2000 坐标，遵照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）绘制而成。

本项目海域使用面积的量算是在海域使用界址点确定后，采用数学方法（见公式 2.4-1）计算得出的。

对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i (i 为界址点序号)，用坐标解析法，通过手工或计算机图形处理系统计算面积 S ：

$$S = \frac{1}{2} [x_1(y_2 - y_n) + x_2(y_3 - y_1) + \dots + x_{n-1}(y_n - y_{n-2}) + x_n(y_1 - y_{n-1})] \quad (2.4-1)$$

本项目用海方式为海底隧道用海，考虑宗海界址界定应有利于维护国家的海域所有权，有利于海洋经济可持续发展，应确保国家海域的合理利用，防止海域空间资源的浪

费。该工程申请阶段的项目宗海位置图和宗海界址图见图 2.4-1 和图 2.4-2 所示。

地铁十三号线宗海位置图

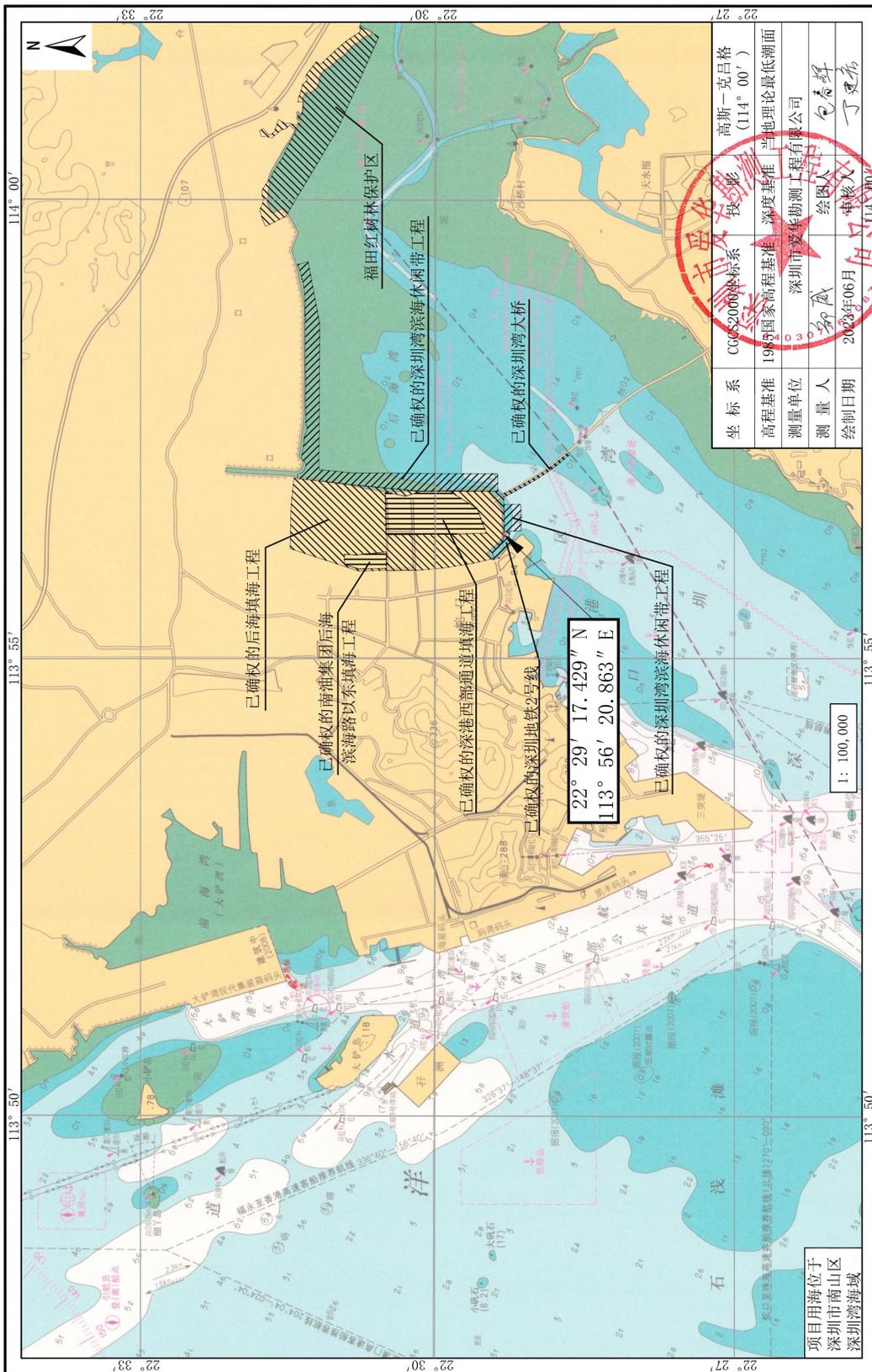


图 2.4-1 项目宗海位置图

地铁十三号线宗海界址图

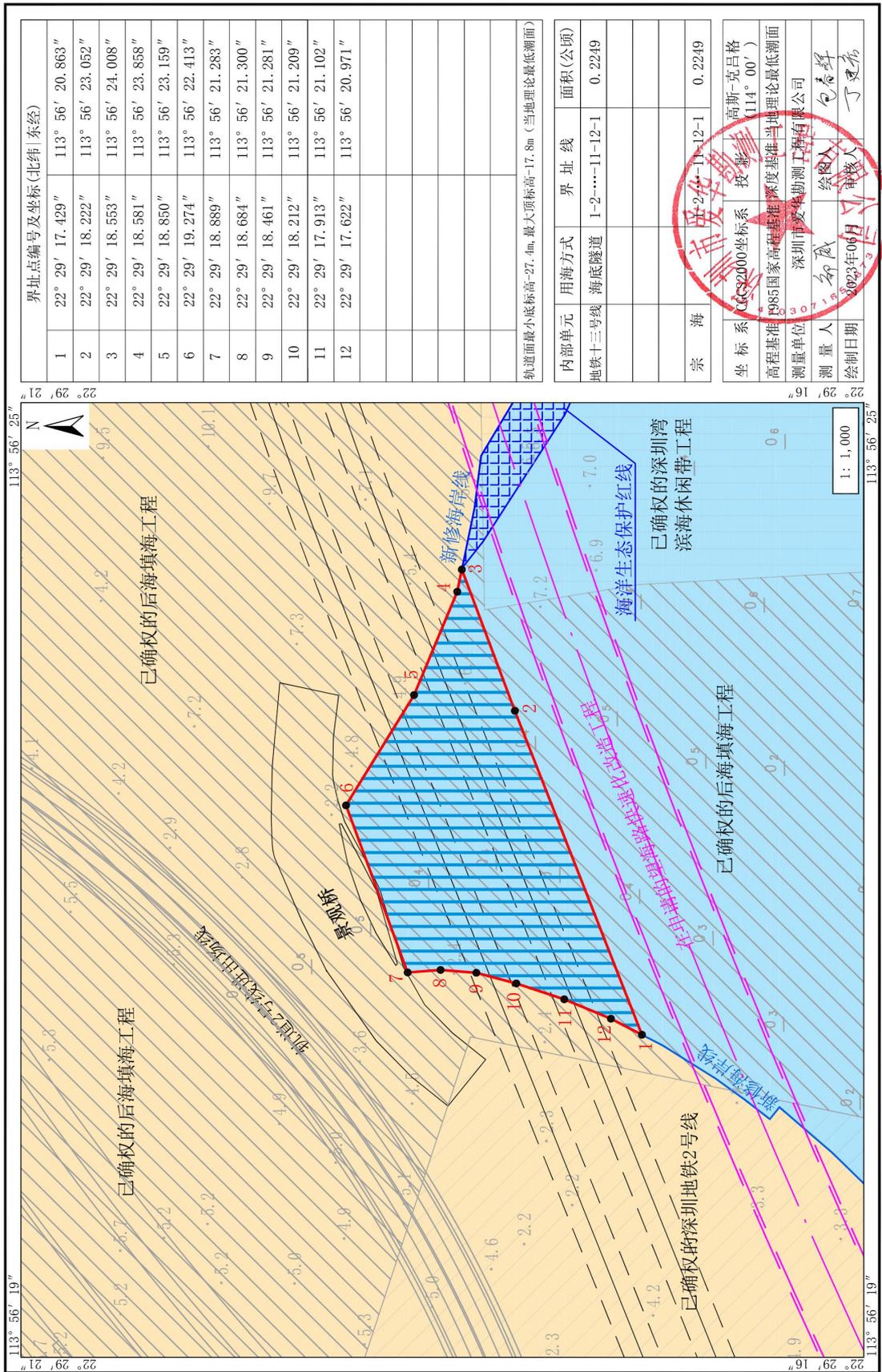


图 2.4-2 项目宗海界址图

根据内外界址点计算得,采用 AutoCAD2010 软件对深圳市轨道交通 13 号线二期(南延)工程区间所封闭的海域,利用面积查询工具,计算得出项目总用海面积 0.2249 公顷,界址点 1→2→...→12→1 号,界址点坐标见表 2.4-1。

表 2.4-1 13 号线二期(南延)工程界址点坐标成果表

界址点编号及坐标(北纬 东经-CGCS2000 坐标系)					
1	22° 29' 17.429"	113° 56' 20.863"	7	22° 29' 18.889"	113° 56' 21.283"
2	22° 29' 18.222"	113° 56' 23.052"	8	22° 29' 18.684"	113° 56' 21.300"
3	22° 29' 18.553"	113° 56' 24.008"	9	22° 29' 18.461"	113° 56' 21.281"
4	22° 29' 18.581"	113° 56' 23.858"	10	22° 29' 18.212"	113° 56' 21.209"
5	22° 29' 18.850"	113° 56' 23.159"	11	22° 29' 17.913"	113° 56' 21.102"
6	22° 29' 19.274"	113° 56' 22.413"	12	22° 29' 17.622"	113° 56' 20.971"

2.4.3 申请用海期限

根据本项目的用海类型和用海方式,以及《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条之(五)“公益事业用海四十年”的规定,结合本工程设计使用寿命,主体结构设计使用年限 100 年,本项目是深圳市城市轨道交通 13 号线的一部分,用海性质为经营性用海,交通设施工程属于公益事业。因此,深圳市城市轨道交通 13 号线二期(南延)工程申请用海期限为 40 年。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设的必要性

13 号线南延工程连接蛇口广场 2 号线东角头站、深圳歌剧院及深圳湾公园的日出剧场;通过在建 13 号线一期工程、同期的 13 号线二期工程(北延)连接蛇口、深圳湾口岸、后海中心、科技园、留仙洞总部基地、西丽、石岩、光明、公明等片区,为支持深圳南北向发展及中部重点地区建设提供一条南北向骨干线并兼顾市域快线功能。

根据珠三角协调发展规划,从促进区域间融合、充分利用各地资源形成优势互补、加快相互间交流与合作的作用来看,13 号线的修建能够提供大容量、快速、安全的客运服务,可以充分利用区域大型交通设施,进一步加强深圳市作为区域核心对周边城市的辐射能力,有效支持大珠三角地区及粤港澳大湾区的区域融合。

13 号线二期（南延）工程的建设可进一步满足和提升深圳（特别是南山蛇口片区）市民文化、休闲、娱乐的高品质交通需求，提升蛇口方向居民至歌剧院、深圳湾公园及深圳湾口岸的可达性，有效支撑城市近期建设重点片区的发展，对于支持城市经济发展和产业空间转型具有重要意义。

13 号线南延工程的修建将极大地改变沿线居民的出行模式，方便、快捷、安全的轨道交通将成为沿线绝大多数居民首选的出行方式，将带动沿线空间布局的新一轮优化调整，以良好的交通基础设施引导城市主要发展方向的土地开发利用，使深圳公共交通体系向“高效、节约、环保”方向发展，提升城市的总体发展水平。

综上所述，无论是从促进深圳发展、支持珠三角及粤港澳大湾区区域融合，服务市歌剧院及深圳湾公园、建设全球区域文化中心城市迫切性，还是从城市交通出行结构优化、缓解交通压力以及节能、环保的需要来看，轨道交通 13 号线二期（南延）工程的建设都是非常必要的，也具有重大的战略意义。

（1）支持珠三角及粤港澳大湾区的融合

珠三角区域一体化进程加快，以港深为核心的港深莞惠都市圈逐步形成，是大珠江三角洲城镇群重要组成部分，是整个粤港澳大湾区经济发展的重要战略引擎，同时也是国家“一带一路”战略的重要组成部分。从区域发展来看，在新的历史时期，深圳必须提升区域竞争力和辐射带动力，在拓展特区功能的同时，强化深港合作和深莞惠一体化，培育外围极核和节点，增加对珠三角地区及内陆地区的辐射带动作用。轨道交通建设将加速区域一体化的进程，并在区域边缘建立与东莞、惠州、香港等城市的轨道连接，在城市外围形成新的增长点，为深圳国际化都市建设提供良好的基础保障。

珠三角区域区域一体化背景下，深圳市需要通过轨道交通建设引导区域空间整合，确定其在珠三角区域的中心地位。尤其是随着深莞惠合作的不断深化，深圳需加强与东莞、惠州轨道衔接，争取构建“都市区 1 小时交通圈”。见图 2.5-1。

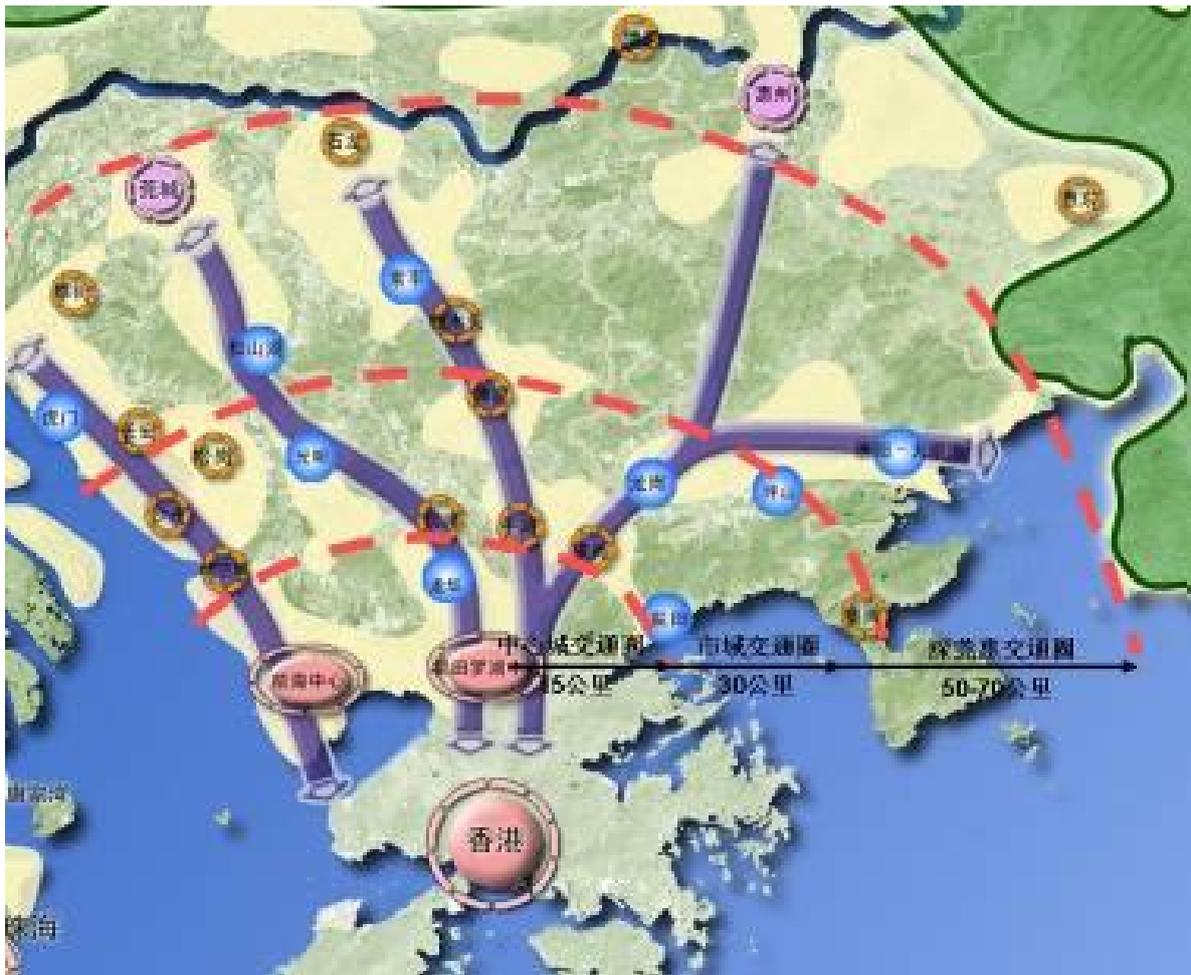


图 2.5-1 深莞惠都市圈通勤范围示意图

2019年2月正式公布的《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出，以香港、澳门、广州、深圳四大中心城市作为区域发展的核心引擎，要求深圳发挥作为经济特区、全国性经济中心城市和国家创新型城市的引领作用，加快建成现代化国际化城市，努力成为具有世界影响力的创新创意之都。深圳还将深入实施“东进、西协、南联、北拓、中优”发展战略，以深中通道、深茂铁路等战略通道建设为抓手，加强与周边城市合作，加快“深莞惠+河源、汕尾”经济圈建设，助推粤东粤西两翼与珠三角城市串珠成链建设沿海经济带，共同为大湾区建设作出积极贡献。

构建引领粤港澳大湾区发展，协调区域与城市发展，支撑深圳建设全球一流城市，引导组团空间结构形成，打造以轨道交通为主体，与各种交通方式协调、可持续发展的公共交通体系。见图 2.5-2。

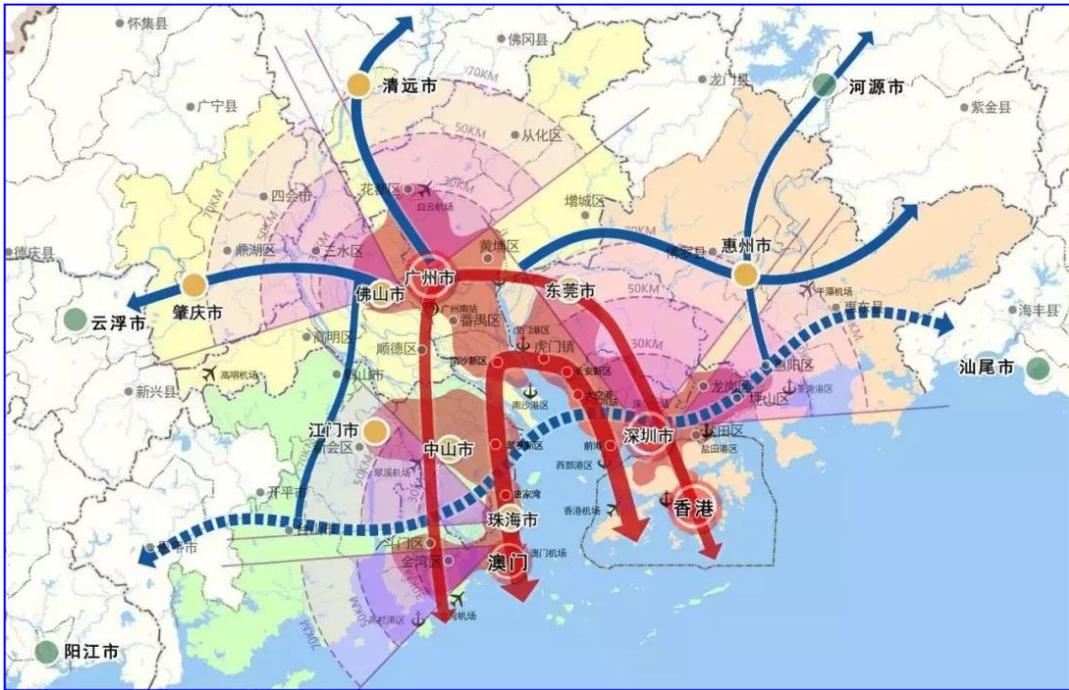


图 2.5-2 粤港澳大湾区示意图

(2) 服务市歌剧院，建设全球区域文化中心城市迫切需要

深圳市歌剧院是近期重点推进的“新十大文化设施”之首，是深圳落实《粤港澳大湾区发展规划纲要》“建设宜居宜业宜游的优质生活圈，共建人文湾区”的具体体现，是面向国际建设全球区域文化中心城市（广东省省委十二届四次全会提出）的重要举措。项目选址于东角头片区，占地约 6 万平方米，总体建筑规模将达到 18 万平方米，总座位数约 7500 个，将建设成为湾区等级最高、规模最大、功能最全面的现代化综合性艺术中心。见图 2.5-3。



图 2.5-3 13 号线南延线与深圳市歌剧院关系示意图

13 号线南延工程将市歌剧院接入城市轨道交通网络，提高歌剧院的公交服务水平，对高标准建设文化设施、促进深圳建设全球区域文化中心城市具有重要意义。

(3) 服务深圳湾公园，满足市民休闲娱乐需求的需要

作为深圳市民重要的休闲娱乐场地，深圳湾公园周末日均人流超过 10 万人次，节假日更是突破 40 万人次。虽然公园东部设有地铁 9 号线深圳湾公园站，但是公园西部缺乏轨道交通直接服务，造成每到周末、节假日就拥堵不堪，影响市民和游客的出行，因此，迫切需要建设 13 号线南延工程，为深圳湾公园西部提供良好的轨道出行服务，满足市民休闲娱乐的需求，提升市民生活幸福感。图 2.5-4。



图 2.5-4 13 号线南延与深圳湾公园关系示意图

(4) 完善区域线网功能及效益的需要

从线网角度分析，13 号线南延至蛇口东角头，搭接上既有 2 号线东角头站实现衔接换乘，解决了蛇口方向居民至歌剧院及深圳湾口岸的可达性，从而实现蛇口、前海片区、歌剧院与深圳湾口岸的轨道交通联系，进一步完善了 13 号线及区域线网功能及效益。

见图 2.5-5。



图 2.5-5 13 号线南延与蛇口半岛区域线网关系示意图

(5) 改善城市交通出行结构、缓解城市交通压力的需要

深圳市已进入小汽车高速增长期，客运交通结构逐年恶化，目前以小汽车为主的城市交通出行结构已导致城市交通压力逐年增加。要改善城市交通出行结构，就要提高公交吸引力和竞争力，确保公共交通在城市客运体系中的主导地位，就必须建立以轨道交通为骨干的、对小汽车交通具有竞争力的公共交通体系。

至 2020 年，三期工程(含调整)建成后，虽然深圳市将形成 11 条线路、总长约 434km 的轨道交通网络，东中西主要发展轴均有轨道覆盖，但部分原特区外次中心、组团中心、重点发展地区仍缺少足够的轨道交通的覆盖和支持。部分关键走廊轨道功能层次仍不完善，缺乏快线覆盖。依托干线承担快线功能，导致服务水平低，难以满足出行需求。

随着城市的经济快速发展、特区一体化进程的推进、前海蛇口自贸区、十五个重点区域的开发建设，及全市城市更新项目的推进，将带来全市人口就业的增长，以及交通出行的增长和重新分布。原特区内预计增加就业岗位超过 100 万，居住-就业平衡线将扩散至第三圈层，通勤出行距离将不断加大，同时随着人口结构调整，居民出行率和出行距离进一步增长，交通出行需求将持续快速增长。

目前深圳市轨道交通网络规模不足，已严重滞后于城市交通需求的发展要求，因此必须进行加快轨道交通工程的建设，提高公共交通的吸引力，改善城市交通出行结构，缓解城市交通压力。受城市土地资源的限制，目前仅以道路建设满足交通需求增长已难以持续下去，单纯依靠道路交通显然不能承担如此巨大的出行需求。世界各国城市交通发展的经验表明，特大城市单纯依靠道路建设和交通管理扩大道路网络供给能力并不能解决城市交通的拥堵问题，必须建设有一定规模的轨道交通线网分担交通需求。同时随着交通需求的迅速增长，大运量客运需求走廊逐步形成，也必须引入轨道交通承担其大运量客运需求，否则将导致十分严重的交通拥堵。因此为满足未来客运需求，保障城市社会经济的正常运转，13号线南延线的建设已迫在眉睫。

（6）节能、环保的需要

随着机动化交通特别是小汽车交通的迅速增长，近年交通能源消耗增加，机动车尾气污染和噪音污染在逐年加剧，城市环境持续恶化。在减少能源消耗、加强环境保护的国策及深圳建设“海滨花园城市”和“国际化城市”的前提下，城市交通的发展不应以生态环境的恶化为代价，而应该提高运输效率，降低单位运量的土地占用面积，使交通设施对资源的占用做到科学合理利用，同时尽可能减少能源消耗，降低交通环境污染，使交通发展对生态环境的影响降低到最小程度，达到交通与环境的和谐发展。

轨道交通具有输送能力大、占用土地少、能源消耗少、环境影响小、运输成本低、安全性较高等优势。轨道交通本身是绿色环保的交通方式，加快轨道交通建设，发挥轨道交通在城市客运中的优势，不仅能够利用最少的资源和能源消耗运送最多乘客，同时也有利于尽快建立与小汽车具有竞争力的公交体系，对逐步限制小汽车拥有和使用十分重要，将大大缓解由小汽车交通的迅速增长带来的能源消耗和环境恶化问题。因此加快轨道交通13号线的建设，是实施国家能源战略、加强环境保护的迫切需要。

根据本项目工可报告：深圳市城市轨道交通13号线二期（南延）工程建设的必要性充分，紧迫性凸显；工程规模与将实现的社会效益相匹配；各方案技术经济比较论据充分，标准制定，工程投资及各项技术经济指标均合理。因此，本项目建设是必要的。

2.5.2 项目用海的必要性

（1）深圳市城市轨道交通近期建设规划需要

《深圳市城市轨道交通第四期建设规划调整（2017-2022）》将建设3号线四期、6号线支线二期、7号线二期、8号线三期、11号线二期、12号线二期、13号线二期（北

延、南延)、16 号线二期和 20 号线一期工程, 共计 9 个项目, 10 段线路, 总长约 75.93km, 新增车站 48 座。具体见表 2.5-1 和图 2.5-6。

表 2.5-1 深圳市城市轨道交通近期建设规划线路基本情况一览表

序号	线路		起点	终点	长度/km	车站/座
1	3 号线四期工程		双龙	坪地六联	9.35	7
2	6 号线支线二期		翠湖	光明城	4.9	3
3	7 号线二期工程		西丽湖	学府医院	2.45	2
4	8 号线三期工程		小梅沙	溪涌	4.26	1
5	11 号线二期工程		福田	红岭南	5.58	3
6	12 号线二期工程		海上田园东	松岗	8.16	5
7	13 号线二期工程	北延	上屋北	公明北	18.8	11
		南延	深圳湾口岸	东角头	4.47	3
8	16 号线二期工程		大运	安良	7.81	7
9	20 号线一期工程		会议中心	机场北	8.43	5
合计					75.93	48



图 2.5-6 轨道交通近期建设规划项目示意图

（2）线路功能定位

1) 根据《深圳市轨道交通规划四期建设规划调整（2017-2022）》，13号线二期工程南延段服务规划建设的深圳市歌剧院，将歌剧院接入城市轨道交通网络，提高歌剧院的公交服务水平。

2) 服务深圳湾公园，提升近海亲海休闲带，为公园西部提供良好的轨道出行服务，满足市民休闲娱乐的需求，提升市民生活幸福感。

（3）项目用海方式和用海类型的必要性

深圳市城市轨道交通13号线二期（南延）工程自深圳湾口岸站（不含）至东角头站，线路全长约4.1 km，全线采用地下敷设方式。本项目与既有2号线东角头站的换乘服务，通过在建13号线一期工程及同期的13号线二期工程（北延）连接蛇口、深圳湾口岸、后海中心、科技园、留仙洞总部基地、西丽、石岩、光明、公明等片区，是支持深圳南北向发展及中部重点地区建设的南北向骨干线并兼顾市域快线功能。本项目的用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。因此，本项目全线采用地下敷设方式，项目用海为海底隧道是必要的。

（4）项目用海选址、地形条件等用海的必要性

深圳市城市轨道交通13号线二期（南延）工程沿线微地貌发育，主要发育浅海区及海陆交互沉积区地貌，总体地势平缓，多为海陆交互沉积区。仅有蛇口山周边（YCK0+250-YCK0+700）地势较高，为丘陵地貌（最高点87.40m），全区内海拔1.90m-87.40m，大部分在1.90-12.76m。场地范围为海积冲积地貌，地势较为平坦，地形地貌条件简单，未见泥石流、滑坡、采空区、岩溶、崩塌等大的不良地质。根据区域资料以及深圳市区域稳定性评价，近场区未发现晚更新世以来的活动断裂，近场区内没有发生过破坏性的历史地震，近场区内不存在发震构造，场地属基本稳定场地。

根据国家标准《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001，2009年版）对深圳地铁13号线二期（南延）工程段地下水的腐蚀性进行初步判别，歌~日区间属平原台地地貌，地形起伏不大，场地范围内分布的地层由新到老分别为：第四系人工填土（Q_{4ml}/），冲海积层（Q_{4mc}/）淤泥、黏性土、淤泥质砂、砾砂，残积层（Q_{el}/）砂质黏性土，下伏基岩为燕山期（ $\gamma \beta 5/\kappa/1$ ）花岗岩。中等风化岩埋深35-50m。场地基本稳定。不良地质为砂土液化，特殊性岩土为人工填土，风化岩及残积土。场区地震动峰值加速度分区为0.10g，抗震设防烈度为7度，反应谱特征周期分区为0.35s区。在I类环境中，地下水对混凝土具中腐蚀性，在A类条件下，地下水对混凝土侵蚀等级为微腐蚀性，水中

C1-对钢结构，长期浸水条件下为微腐蚀性，干湿交替为中腐蚀性。

歌~日区间场地内地基土种类多，土质均匀性较差，平面上分布成因、岩性、状态明显不均匀的土层，场地土类型主要为中软土、中硬土、岩石，中软土场地土分布范围广；场地地下水位较浅，地下水对工程影响较大，排水条件尚可。对地下水采取相应的处治措施；对周边环境采取监控、加固等措施后，较适宜本项目的建设。

（5）从项目建设期施工条件分析项目用海必要性

深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程全线采用地下敷设方式，受地面建筑物和造价等因素影响，为了节约用海，歌~日区间线路尽量减小城市道路条件及建构物的限制，以基本直线穿越前海河河口海域，在充分利土地和海域的情况下，深圳市城市轨道交通 13 号线二期工程歌~日区间线路走向为弧形。

深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程的建设，是强化深圳西部发展轴带、促进城市合理布局的需要；是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的迫切需要；是支持前海（蛇口）自贸区、大空港地区发展的需要；是推动南山区土地集约化利用，带动沿线产业升级的需要。

（6）选线用海必要性分析

歌~日区间临近海边，主要穿越深圳湾公园、望海路。区间出歌剧院站后，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线车辆段出入段线区间，水平净距约 18.25m；下穿前海河，隧道埋深高程范围-28.55m 至-19.29m（当地理论最低潮面）；之后穿越深圳湾公园海风运动广场；下穿望海路、深圳湾大桥、深圳湾公园婚庆公园、潮汐湿地后至日出剧场站。由于前海河段海岸线紧邻 2 号线车辆段出入段线，若将本线调整出海域，势必需要下穿 2 号线车辆段出入段线。该出入线区间为明挖隧道，围护结构为地下连续墙，深度较深。而 13 号线该段区间紧邻歌剧院站，受制于歌剧院站埋深的制约（加大车站埋深将大幅增加工程投资），地铁区间无法从纵向上避开 2 号线出入线围护结构，需设置竖井破除 2 号线出入线地下连续墙后穿越，施工风险较大；故考虑地铁 13 号线进入海域范围平面避开 2 号线出入线。地铁 13 号线进入海域后，区间隧道与 2 号线出入线水平间距 18.25m；规划望海路隧道为 15.7m 大直径盾构，上下两层双向 6 车道，结构厚度 650mm。平剖面关系见图 2.5-7 和图 2.5-8。

综上所述，项目用海是必要的。

略

图 2.5-7 歌~日区间隧道侧穿 2 号线进出场线、规划望海路隧道平面图

略

图 2.5-8 歌~日区间隧道侧穿 2 号线进出场线、规划望海路隧道剖面图

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

深圳市全市面积 1997.27 km²，海域面积 1145 km²，辽阔海域连接南海及太平洋。海岸线总长 230.0 km，多为优良港口岸线，拥有大梅沙、小梅沙、西冲、桔钓沙等知名沙滩，大鹏半岛国家地质公园、深圳湾红树林、梧桐山郊野公园、内伶仃岛等自然生态保护区。深圳海域被大鹏半岛、香港九龙半岛、蛇口半岛分割为大亚湾、大鹏湾、深圳湾及珠江口四个大海湾，项目所在海域为深圳湾。主要海洋资源有港口资源，航道资源、锚地资源、旅游资源、渔业资源、海砂资源等。

深圳湾海域周边共有 3 个自然保护区，包括位于深圳湾口西南的珠江口中华白海豚自然保护区、内伶仃岛猕猴自然保护区和位于深圳湾口东北的福田红树林自然保护区。

3.1.1 港口资源

深圳港是我国沿海的主要港口，是全国综合运输体系中的重要枢纽之一，是我国重要的集装箱干线港，位于广东省珠江三角洲南部，珠江入海口伶仃洋东岸，毗邻香港，以发展集装箱运输为主，兼顾能源和部分散杂货运输。全市 230.0 km 的海岸线被九龙半岛分割为东西两大部分，形成西部和东部两大港区。深圳西部港口包括西部港区（蛇口、赤湾、妈湾、前海湾）、大铲港区、福永港区（见表 3.3-1），水深港阔，具有天然的深水航道并可建深水码头，是我国少有的深水河口港湾；西部港区距珠江口门约 32 海里，距香港和澳门 20 海里，距黄浦 40 海里，距深圳国际机场仅 22 公里，海空联运极为便利。深圳港经珠江水系可与珠江三角洲其它内河港口相联，经暗士顿水道出海可到达国内沿海及世界各地港口。

根据《深圳统计年鉴—2018》，深圳港共有泊位 152 个，其中万吨级以上泊位 72 个，2017 年完成货物吞吐量 2.1 亿吨，集装箱吞吐量 2398 万标准箱，安全引航船舶 26411 艘次，集装箱吞吐量连续四年位居全球第三。2017 年蛇口太子湾国际游轮母港开港营运，国际友好港达 21 个。

本项目位于蛇口港区。蛇口港区位于深圳湾北部南头半岛的五湾至左炮台山之间，由招商局蛇口工业区开发建设，是深圳市最早开发建设的港区。为深圳市重要的水、陆客货运输枢纽和设备齐全、综合性、多功能的对外开放口岸，该港区内主要有蛇口招商港务股份有限公司、蛇口集装箱码头有限公司、深圳招商石化有限公司、深圳联达拖轮有限公司、友联船长有限公司等。主要经营散杂货、客运、集装箱、油气品和船舶维修。

目前蛇口港区共有 500 吨级以上泊位 47 个,其中经营性万吨级以上深水泊位 18 个,设计最大靠泊能力散杂泊位为 7.5 万吨级,集装箱为 10 万吨级。集装箱泊位 13 个,码头岸线总长度 8227 m;万吨级以上深水泊位 13 个,生产性泊位 35 个,非生产性泊位 5 个,修船泊位 3 个,最大靠泊能力为 7.5 万吨级,货物综合吞吐能力 1316.5 万吨,其中集装箱吞吐能力 65 万标准箱,码头岸线长 5405 米。

生产仓库面积为 4.4 万平方米,堆场面积 15.8 万平方米,集装箱堆场 12.85 万平方米,可堆存集装箱 9200 个。各类主要装卸机械为 211 台,其中起重机类 41 台,最大起重能力 45 吨;装卸搬运机械 101 台,运输传送机械 51 台,专用机械 18 台。

表 3.1-1 深圳湾西部港区的基本概况

地点	可利用岸线 (km)	近岸水深 (m)	航道条件	利用方向
蛇口港区	2.8	5.9	开发铜鼓航道	客运综合港区
赤湾港区	2.5	5.9	开发铜鼓航道	货运综合港区
妈湾港区	3.0	12.0	开发铜鼓航道	货运综合港区
大铲港湾区	15.0	3.0	开发铜鼓航道	集装箱为主
西乡港区	1.0	3.0	开发铜鼓航道	小型港口
大、小铲连岛港区	8.9	12.0	开发铜鼓航道	
深圳国际机场港区	0.3	7.0	东槽航道	机场油码头
福永港区	0.4	3.0	东槽航道	小型货运港
宝安工业港区	3.3	3.0	东槽航道	工业未用港
东角头港区	0.9	4.0	深槽	客货运港区

3.1.2 锚地和航道资源

据《深圳市海洋功能区划》(2004),项目所在海域的航道用海为西部进港各航道,用海面积共 2595.3 公顷。

表 3.1-2 深圳湾主要航道现状基本情况表

区域	名称	航道性质	长度 (公里)	底宽 (m)	底标高 (m)
蛇口港区	蛇口航道				
	蛇口老航道				
	招商石化油码头航道				
赤湾港区	赤湾航道				
	赤湾集装箱码头航道				
妈湾港区	北航道				
	妈湾航道				
大铲湾港区	大铲湾航道	天然			
东角头港区	东角头航道				

区域	名称	航道性质	长度(公里)	底宽(m)	底标高(m)
福永港区	机场客运码头航道				
	机场油码头航道				
铜鼓航道	南航段				
	中航段				
	北航道				
西部港区	公共航道				
内河港区	深圳河航道				
	茅洲河航道				
	东宝河航道				

备注：表中人工航道底标高基面为当地理论最低潮面；天然航道底标高指天然水深值。

西部港区锚地用海面积共 4321.6 公顷，其中液货船待泊锚地（锚地 1）309.3 公顷、货船待泊锚地（锚地 2）1085.8 公顷、小型船舶待泊锚地（锚地 3）433.8 公顷，东角头油轮待泊锚地（锚地 4）98.3 公顷、大屿山 1 号锚地（锚地 5）827.9 公顷、大屿山 2 号锚地（锚地 6）614.4 公顷、孖洲西危险品锚地（锚地 7）440.9 公顷、大铲锚地（锚地 8）76.5 公顷、黄田 1 号锚地（锚地 9）133.7 公顷、黄田 2 号锚地（锚地 10）127.4 公顷、黄田 3 号锚地（锚地 11）173.6 公顷，引航锚地因跨越香港海域，未计用海面积。

3.1.3 旅游资源

深圳市依山面海，气候温和，是一座风景绮丽、四季常青的现代化海滨城市。深圳拥有丰富多彩的已开发和尚待开发的山海景观旅游资源。随着社会经济的迅速发展，滨海旅游已成为深圳市的重要海洋产业之一。深圳市旅游区主要是海上运动、海滨景区休闲度假用海。

本项目位于的深圳西部、伶仃洋东岸海域的旅游资源主要有深圳湾滨海休闲带。深圳湾滨海休闲带位于深圳市南山区东南部，面向深圳湾，是深圳特区内唯一的密集城区滨海地带，东起滨海大道南侧的现状生态公园，西至深港西部通道西侧，沿岸长度约 9 公里，总规划面积 77.28 公顷。将实现“生态”与“生活”的紧密结合，在连接西部通道跨海大桥的同时，为市民创造一个享受大海的休闲场所，把深圳真正打造成亚热带风光的滨海城市，成为深圳的城市名片。

根据《深圳市南山区 2018 年国民经济和社会发展统计公报》，2018 年，全年接待游客 1359.4 万人次，比上年下降 0.8%。其中旅游景点接待游客人次 1122.1 万人次。旅游企业营业收入 63.4 亿元，增长 3.9%。宾馆酒店客房率 72.1%，比上年降低 1.9 个百分点。

根据《2018年深圳市国民经济和社会发展统计公报》，2018年，全年旅游住宿设施接待过夜游客6021.99万人次，比上年增长5.7%。其中入境游客1207.01万人次，增长3.1%；国内游客4814.98万人次，增长6.4%。在过夜入境游客中，外国人177.56万人次，增长5.5%；港澳同胞988.20万人次，增长2.6%；台湾同胞41.25万人次，增长4.0%。全年旅游外汇收入49.86亿美元，增长5.5%。宾馆、酒店、度假村开房率69.4%，比上年提高1.9个百分点。

3.1.4 渔业资源

项目所在的深圳湾位于珠江口中偏东的一个海湾部，水域终年受珠江径流和海洋潮汐所制约，生态环境复杂多变；但独特的生态环境和丰富的饵料基础，为珠江口水域多种咸淡水和海水鱼类的索饵繁殖和幼鱼育肥创造了良好的条件。出现在本海域的渔业资源种类主要是一些在河口产卵的咸淡水沿岸性种类和在浅近海产卵、而幼鱼常进入浅海和河口索饵的海水种类，甚至也有淡水生活的种类如罗非鱼等；在本海域出现的近海、外海种类多为幼鱼，而虾类属于南海常见种。

根据深圳市2018年海洋经济发展公报显示，2018年深圳市渔业经济总产值85918万元，占深圳市农业总产值的51.3%。水产品总产量3.99万吨，其中海水产品3.95万吨，比上年增长1.9%，海水养殖面积达到0.40万亩。

2018年，深圳市海洋生产总值约1800亿元，实现平稳较快增长。海洋油气业、海洋交通运输业、滨海旅游业和海洋设备制造业形成集聚发展之势，其增加值占海洋生产总值比重达94.0%。以海洋电子信息、海洋生物、海洋高端装备等为代表的海洋未来产业快速发展，产业增加值256.1亿元，大幅超出海洋经济同期增速，占海洋生产总值比重达18.3%。2018年海洋产业增长值382.83亿元，海洋未来产业成为推动海洋经济结构转型和高效发展的重要动力。

3.1.5 海砂资源

海砂资源主要分布在深圳湾内、深圳湾口海域、妈湾港区海域和大、小铲岛海域等。据《深圳市海洋功能区划》，海域中具有开采价值的海砂储量主要有深圳湾约4900万 m^3 ，深圳湾口约9044万 m^3 ，妈湾港区外约555万 m^3 ，以及大、小铲岛海域砂源。

依据海砂和淤泥的分布、质量、储量、吹填造地的技术条件、对环境影响等情况，深圳市海砂资源的开发利用初步划分为可采砂料源区和不可采砂料源区两类：深圳湾前海为可采砂料源区，深圳湾口、妈湾和大、小铲岛海域为不可采砂料源区。

3.1.6 自然保护区

(1) 珠江口中华白海豚国家级自然保护区

1999年10月，广东省人民政府办公厅发文“粤办函[1999]583号”，建立珠江口中华白海豚省级自然保护区。2003年6月珠江口中华白海豚省级自然保护区已提升为国家级自然保护区。

珠江口中华白海豚自然保护区位于内伶仃岛至淇澳岛以南的珠江口海域，保护区（不含香港海域保护区）海域面积约44613.2 hm²，有国家一级保护动物中华白海豚生长、繁育。根据各方面研究资料反映，目前在珠江口海域栖息的中华白海豚种群数量大约有1000多头，该种群是我国目前数量最大的中华白海豚群体。

本项目距离中华白海豚自然保护区距离较远，且中华白海豚进入深圳湾活动的几率较低，因此项目用海对中华白海豚无影响。

(2) 内伶仃岛猕猴自然保护区

内伶仃岛位于珠江口伶仃洋东侧海域，全岛面积447.8 hm²，地势东高西低，最高点海拔340.9 m，海岸线长约11 km，岛上植物茂密，植物覆盖度达80%以上，高等植被有榕树、荔枝、香石榴、买麻藤等400余种。动物有兽类、鸟类、两栖爬行类等70多种。1984年建立自然保护区，面积8.7 km²，岛上有国家重点保护动物猕猴、穿山甲、蟒蛇、虎纹蛙等生存繁衍，其中以重点保护对象猕猴数量最多，共有10群300余只。

本项目距离内伶仃岛猕猴自然保护区距离较远，因此项目用海对该保护区不造成影响。

(3) 福田红树林自然保护区

深圳福田红树林自然保护区建于1984年，1988年定为国家级自然保护区。该自然保护区面积367.64 hm²，有70 hm²天然红树林、22种红树植物、189种鸟类，其中23种国家保护的珍稀濒危鸟类。保护区目前已有观鸟亭（约2 hm²）和小沙河口生态公园（约19 hm²）可供生态环保教育使用。拟建的“生态展览馆”、“红树林观赏园”、“鸟类乐园”、“观鸟屋”、“绿色长廊”等项目建设完成后，可为生态环境教育提供更好的条件。

福田红树林自然保护区位于本项目东北侧，与本项目的距离较远，因此项目用海对红树林不造成影响。

3.1.7 开发利用现状

(1) 社会经济概况

深圳位于珠江入海口东岸，是全国五个经济特区之一、是广东省省辖市、国家副省级计划单列市。深圳是连接中国内地和香港的重要纽带和桥梁，是华南沿海重要的交通枢纽，在高新技术产业、金融服务、外贸出口、海洋运输、文化创意等方面具有较强的影响力。深圳东临大亚湾和大鹏湾；西濒珠江口和伶仃洋；南边隔深圳河与香港相望；北部与东莞、惠州两城市接壤。深圳下辖 9 个行政区和 1 个新区，分别是福田区、罗湖区、南山区、盐田区、宝安区、龙岗区、坪山区、龙华区、光明区和大鹏新区。自 2010 年 7 月 1 日起，深圳经济特区范围延伸到全市。

根据《2023 年深圳市政府工作报告》（2023 年 2 月 21 日），全市地区生产总值 3.24 万亿元，增长 3.3%。地方一般公共预算收入 4012 亿元，同口径下降 0.6%。固定资产投资约 9000 亿元，增长 8.4%。社会消费品零售总额 9708 亿元，增长 2.2%。进出口总额 3.7 万亿元、增长 3.7%，其中：出口增长 13.9%，总量连续 30 年居内地城市首位。规上工业总产值 4.55 万亿元、增长 7.0%，规上工业增加值 1.04 万亿元、增长 4.8%，工业增加值占地区生产总值比重提高到 35.1%，工业总产值、工业增加值实现全国城市“双第一”。战略性新兴产业增加值 1.33 万亿元，占地区生产总值比重提高到 41.1%。现代服务业增加值 1.52 万亿元，占服务业增加值比重提高到 76.3%。实施“山海连城”计划和“公园城市”行动，新建改造公园 26 个，新增绿道 368 公里、碧道 273 公里，全线贯通塘朗山-大沙河-深圳湾通廊。启动城市第六立面提升行动。完成 500 个小区优质饮用水入户改造。打通断头路 33 条，新改建非机动车道 548 公里，新增停车位 19 万个。新建改造公厕 345 座。开展问题窞井盖治理。城市枢纽功能实现新突破。港口集装箱吞吐量 3003.6 万标箱、增长 4.4%，居全球第四，小漠国际物流港正式开港、汽车外贸滚装船实现首航，大鹏 LNG 走廊接卸量 1214 万吨，新增大湾区组合港和内陆港 17 个，盐田港东作业区、平盐铁路电气化改造等工程开工建设。

（2）海域使用现状

2020 年 12 月，本单位组织相关人员对项目所在海域及周边海域进行了踏勘。根据现场踏勘结果，结合搜集到的资料及遥感影像，了解到项目所在海域海洋开发利用活动。

项目周边的海域开发活动包括前海填海工程、深圳地铁 2 号线、深圳湾滨海休闲带工程、深圳湾大桥（深港西部通道）、深港西部通道填海工程、南油集团前海滨海路以东填海工程等，具体见表 3.1-3 和图 3.1-1、图 3.1-2。

表 3.1-3 项目所在海域开发利用现状分布表

序号	附近海域用海	用海类型	利益相关者	影响程度	与本项目相对位置与最近距离
1	后海填海工程	填海造地用海		一般	位于本项目
2	深圳地铁 2 号线	交通运输用海		一般	本项目北侧
3	深圳湾滨海休闲带工程	旅游娱乐用海		一般	本项目两侧
4	深圳湾大桥	交通运输用海		没有	东侧约 2.4km
5	深港西部通道填海工程	填海造地用海		没有	北侧约 1.1km
6	南油集团后海滨海路以东填海工程	填海造地用海		没有	北侧约 5km

略

图 3.1-1 项目所在海域开发利用现状卫星图



图 3.1-2 项目所在海域及沿岸开发利用现状照片（后海河口）

（3）海域使用权属现状

通过资料收集和实地勘察，了解到本项目所在海域附近的海域使用权属现状。项目周围主要有后海填海工程、深圳地铁 2 号线、深圳湾滨海休闲带工程、深圳湾大桥（深港西部通道）、深港西部通道填海工程、南油集团后海滨海路以东填海工程等，项目周边海域使用情况见表 3.1-4。

表 3.1-4 项目周边用海权属现状一览表

序号	用海活动	权属单位	主要用海类型	用海方式	用海面积（公顷）
1	后海填海工程		填海造地用海	填海造地用海	
2	深圳地铁 2 号线		交通运输用海	填海造地用海	
3	深圳湾滨海休闲带工程		旅游娱乐用海	填海造地用海	
4	深圳湾大桥		交通运输用海	透水构筑物	
5	深港西部通道填海工程		填海造地用海	填海造地用海	
6	南油集团后海滨海路以东填海工程		填海造地用海	填海造地用海	

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气候与气象

深圳市属亚热带季风气候，长夏短冬，气候温和，日照充足，雨量充沛。春季天气多变，盛行偏东风；夏季长，盛行偏南风，高温多雨；秋冬季干燥少雨，盛行东北季风。本节主要根据深圳市气象局公布的深圳国家基本气象站和赤湾海洋站长期观测资料进行统计。以下资料来源于《2022年深圳市气候公报》（深圳市气象局，2023年1月31日）

● 气温

2022年平均气温 23.2℃，与常年（23.3℃）基本持平。其中 1 月、3月、9 月和 11 月平均气温依次偏高 1.6℃、1.9℃、1.1℃和 1.1℃，9月平均气温并列历史最高；2 月和 12 月平均气温分别偏低 2.8℃和2.6℃，属明显偏低；5 月平均气温偏低 1.8℃（图 3.2-1）。年最高气温 36.2℃，出现在 8 月 23 日；年最低气温 6.1℃，出现在 2 月 21 日。最高气温35℃以上高温日数 11 天，比常年（4.4 天）偏多 6.6 天，刷新历史最多纪录（10 天，1990 年、1998 年）；最高气温 33℃以上炎热日数 49天，比常年（42.7 天）偏多 6.3 天；最低气温 10℃以下寒冷日数 16天，与常年（16.1 天）基本持平。

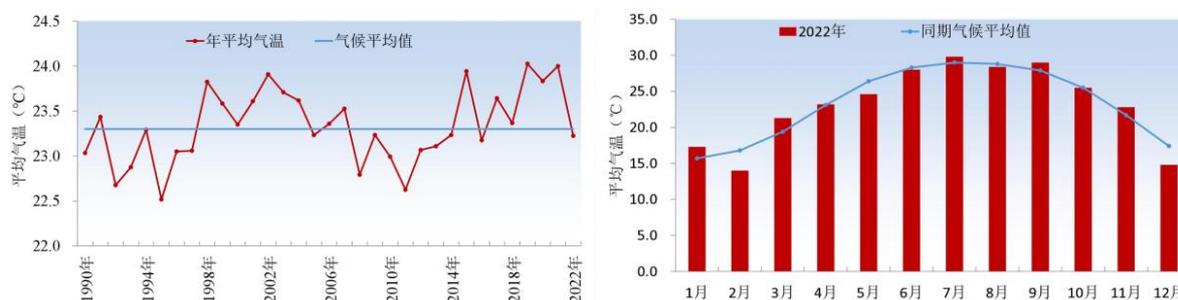


图3.2-1 1981-2022年逐年平均气温和2022年逐月平均气温

● 降水

2022年降水量 1935.0 毫米，与常年（1932.9 毫米）基本持平，较 2021 年（1822.5 毫米）多 6%。4 月降水量偏少 95.1%，属异常偏少；1 月、7 月 9 月和 10 月降水量依次偏少 59.7%、55.6%、55.3%、65.7%，均属明显偏少；6 月降水量偏少 31.5%；此外，2 月和 11 月降水量分别偏多 420.9%和 196.2%，均属异常偏多；3 月、5 月和 12 月降水量依次偏多 83.1%、72.2%和 67.6%，均属明显偏多；8 月降水量偏多 45.4%（图 3.2-2）。5 月和 8 月降水集中，两月降水量达到 937.9 毫米，接近其他月份总和。降雨日数 130 天，暴雨日数 12 天。

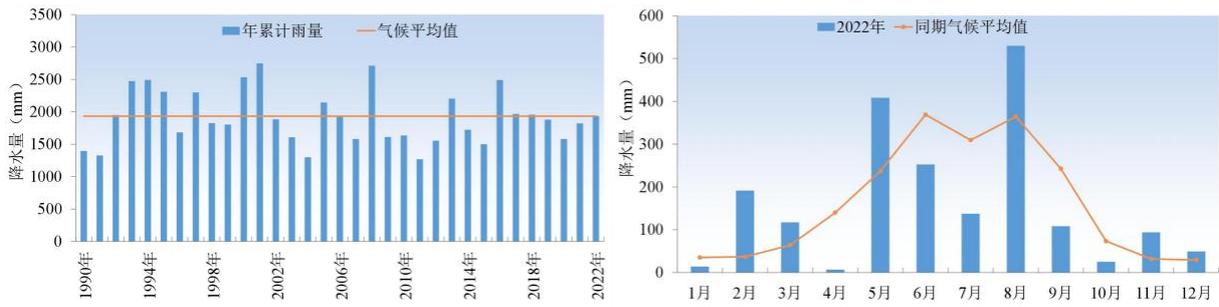


图3.2-2 1981-2022年逐年累计降水量和2022年逐月降水距平百分率

● 风况

2022年平均风速 1.8 米/秒，较常年（2.4 米/秒）偏小 0.6 米/秒。12月平均风速 2.4 米/秒，为各月最大，与常年同期持平，其余各月风速均偏小。年主导风向为 NNE（东北偏北），频率为 23.2%，其次是 N（北），频率为 15.3%（图3.2-3）。

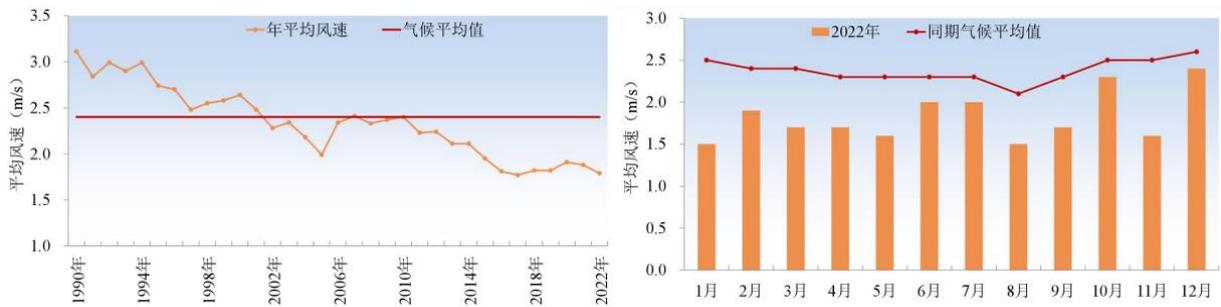


图3.2-3 1981-2022年逐年平均风速和2022年逐月平均风速

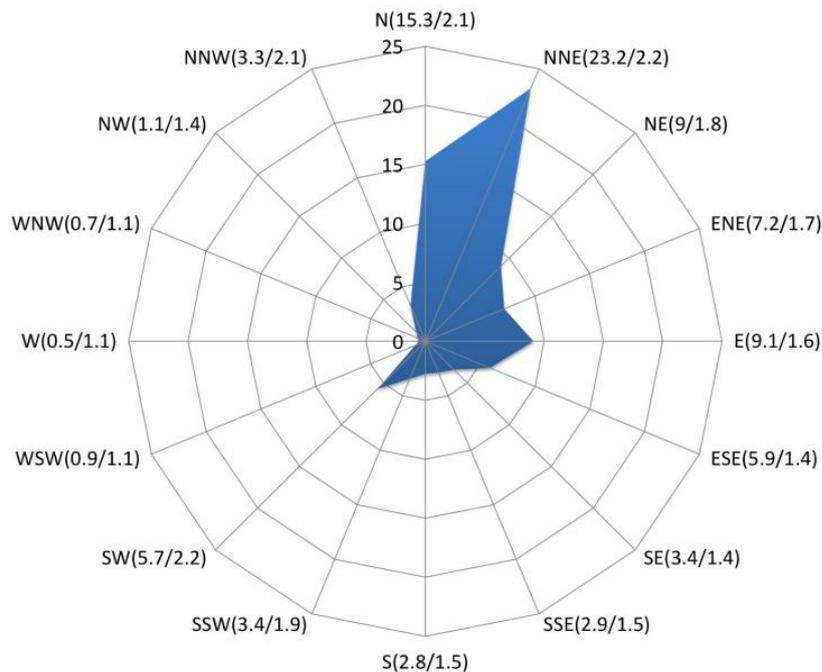


图3.2-4 风向风速玫瑰图（2022年）

● 日照

2022年日照时数为 1826.6 小时，较常年（1853.0 小时）偏少 26.4 小时，属正常范围。其中 11 月偏少 96.1 小时，属异常偏少；5 月、6 月明显偏少，分别偏少 33.7 和 46.5 小时；1 月、2 月和 8 月分别偏少 21.7、15.8 和 23.1 小时；3 月、4 月异常偏多，分别偏多 57.9 和 66.3 小时，9 月、10 月明显偏多，分别偏多 35.1 和 31.0 小时；12 月偏多 18.9 小时（图 3.2-5）。

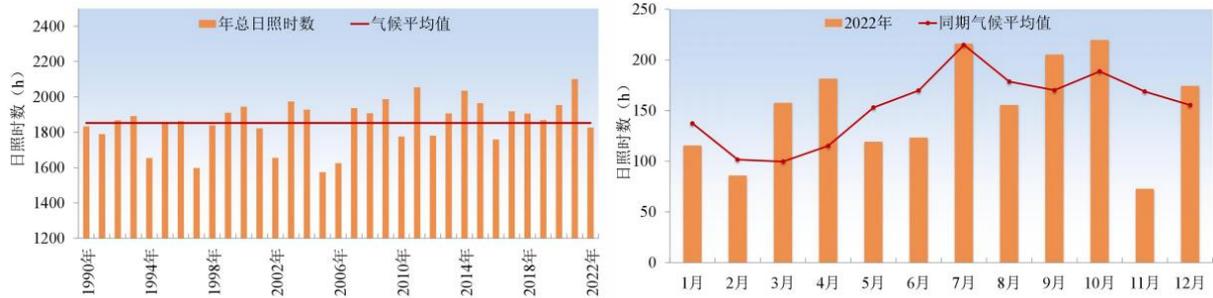


图3.2-5 1981-2022年逐年日照时数及 2022年逐月日照时数

3.2.2 海洋水文

本项目位于深圳湾海域，根据广东海洋大学《深圳湾游艇会改扩建工程海域使用论证报告（报批稿）》，收集项目所在海域海洋水文特征如下：

● 基面关系

项目所在海域基面关系见图3.2-6。

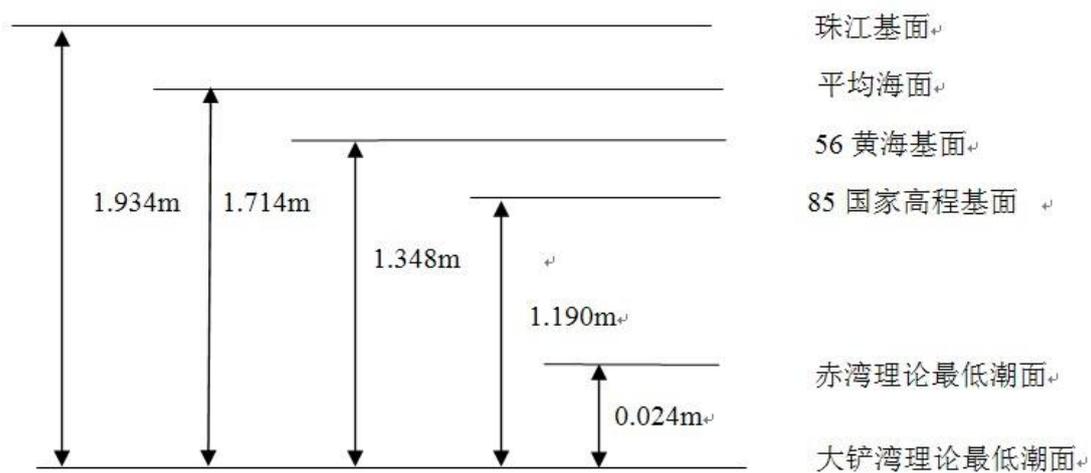


图3.2-6 理论最低潮面换算关系图

● 潮位

本项目附近海域属不规则半日潮型，潮汐日不等现象明显。在一个太阳日内有两次高潮和两次低潮，但相邻的高潮（低潮）的潮位和潮时不相等，出现潮汐周日不等现象，

同时浅海分潮也很显著。项目所在海域属弱潮区，潮差相对较小。落潮历时稍大于涨潮历时。以当地理论深度基准面为起算面（即珠江统一基面 103.09m），赤湾站潮位特征（2010 年至 2020 年）如下：

历年最高潮位：3.66m 历年最低潮位：-0.20m

平均高潮位：2.31m 平均低潮位：0.95m

平均海平面：1.67m 最大潮差：3.44m

平均潮差：1.36m 平均落潮历时：6 时 25 分

平均涨潮历时：6 时 18 分。

● 海流

深圳湾类似于盲肠海湾，伶仃洋涨落潮时，深圳湾吐纳潮汐水体，潮流运动基本上以往复流为主，同时具有伶仃洋主流扩散绕曲和摩擦副流，流场较为复杂。在口外暗士顿水道，无论洪季还是枯季，底层水体均以高盐度海水控制，水流强度是涨潮大于落潮，这种涨潮流的优势不仅是塑造和维持暗士顿水道深槽的主要动力，而且还为蛇口港区航道及港池的水深维护提供了基本有利的条件。

2019 年 1 月 6-7 日（大潮期）广东海洋大学对深圳湾进行了 4 个站位的海洋水文观测，站位信息见表 3.2-1 和图 3.2-7。

表 3.2-1 深圳湾海洋水文观测站位信息

站位	经度	纬度
V1		
V2		
V3		
V4		

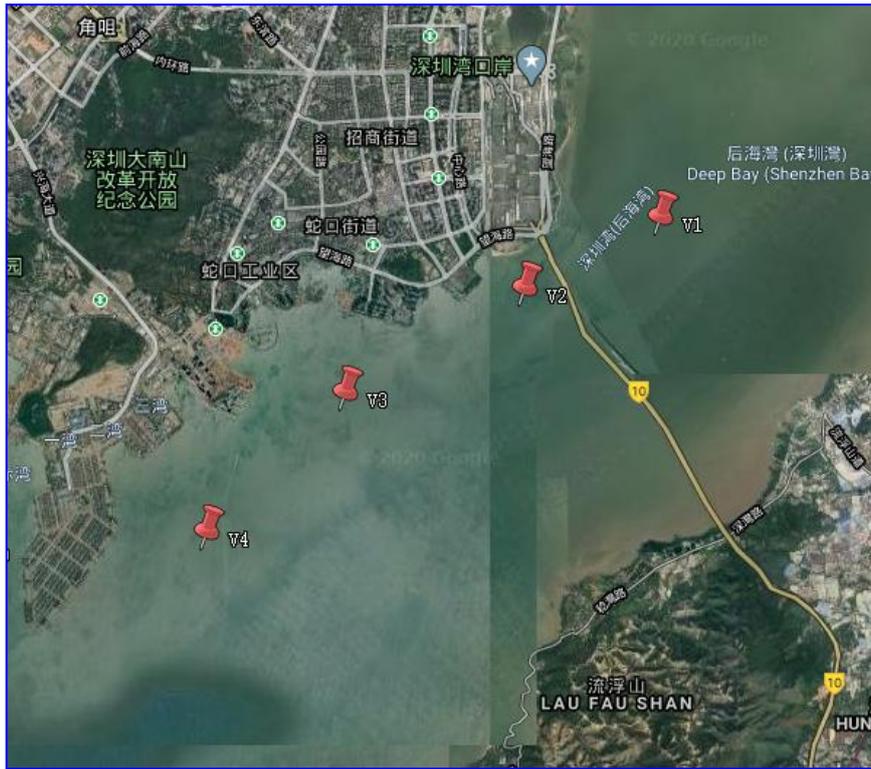


图 3.2-7 深圳湾海洋水文观测站位图

深圳湾为珠江口伶仃洋东侧中部的一个内宽外窄的半封闭型浅水海湾，海湾湾长 17.5km，平均宽度约 7.5km。湾宽各处不等，最宽处深圳大学到坑口村水面宽度 10km；最窄处东角头至白泥断面水面宽度 4.2km。深圳湾口门外与伶仃洋东槽矾石水道-暗士敦水道相接，海湾水域面积约 90.8km²，平均水深 3.9m，最大水深不超过 5m，见图 3.2-8。

深圳湾与珠江口伶仃洋潮汐类型相同，属于不正规半日混合潮流类型，日潮不等现象显著。潮流主流受地形约束，大体呈西南~东北走向，落潮流向为西南向，涨潮流向为东北向，并且表现出显著的往复流的性质。受珠江口伶仃洋潮流对其的影响，湾口流速明显大于湾内。受地形水深影响，涨落潮流速水平分布总体呈现从湾顶到湾口递增态势，并且最大流速出现在湾中和湾口的水道部分；湾内北侧自深圳河口到大沙河口岸岸海域，以及南侧自香港元朗河口至湾中部沿岸海域分布着大片滩涂和红树林湿地，水深很浅，流速很小，水体呆滞；而湾内自大沙河口岸至赤湾处深圳侧海岸因为进行了大范围的人工改变海岸及挖深活动，水深较深，流速较大。整体而言，模拟海域表现出往复流的性质，潮流的最大流速在 $56.6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1} \sim 49.7 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间。

略

图 3.2-8 2019 年 1 月深圳湾大潮期间水深和海流矢量图。

略

图 3.2-9 涨潮流场图

略

图 3.2-10 退潮流场图

3.2.3 海洋自然灾害

(1) 台风和风暴潮

深圳市地处广东南部，东临大亚湾和大鹏湾，西濒珠江口和伶仃洋。由于深受季风的影响，夏季盛行偏东南风，时有季风低压、热带气旋光顾，高温多雨；平均每年受热带气旋（台风）影响 4-5 次，是现代大都市中受风灾影响较多的城市。根据《2022 年深圳市气候公报》，2022 年对深圳有明显风雨影响的台风详见表 3.2-2。

表 3.2-2 2022 年对深圳有明显风雨影响的台风

台风基本信息					对深圳的风雨影响			
编号	名称	强度	登陆地点	登陆时间	影响时段	最大日雨量 (mm)	过程雨量 (mm)	极大风速 (m/s)
2203	暹芭	TY	茂名电白	7月2日	6月30日-7月4日	173.2	293.2	34.8
0000	南海低压	TD	惠州惠东	8月4日	8月3-5日	176.7	273.3	20.2
2207	木兰	TS	湛江徐闻	8月10日	8月8-10日	125.7	227.3	29.3
2209	马鞍	TY	茂名电白	8月28日	8月23-25日	78.7	78.7	34.1
2220	纳沙	sty	未登陆	未登陆	10月16-18日	26.6	26.6	26.8
2222	尼格	TY	珠海香洲	11月3日	10月31日-11月3日	154.1	210.1	31

2021 年共有 6 个台风影响（表 3.2-2），与常年相当，其中“暹芭”大风影响为全年最强，8 月 3 个台风影响（南海低压、木兰、马鞍），为 1996 年来最多，“尼格”11 月影响，为 1994 年来最晚。

(1) 2203 号台风“暹芭”（Chaba，台风级）于 6 月 30 日 08 时在南海中部生成，随后向西北方向移动，强度逐渐加强，7 月 2 日 15 时前后以台风级在茂名电白沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 35 米/秒（12 级），中心最低气压 965 百帕。

“暹芭”是年内首个对深圳造成明显风雨影响的台风，对深圳大风综合影响排名

2008 年以来台风第 11 强，为 2018 年“山竹”台风之后最强。6 月 30 日-7 月 3 日“暹芭”影响期间，深圳普遍记录到暴雨局部大暴雨及 8-10 级、局地 12 级大风（图 25）。全市平均雨量 95.6 毫米，最大累计雨量 190.0 毫米（盐田区盐田街道）；深汕平均雨量 160.4 毫米，最大累计雨量 183.9 毫米（赤石镇）。全市有 93 站（占 43%）记录到 8 级以上最大阵风，最大阵风 34.8 米/秒（12 级，大鹏新区南澳办事处）。

（2）8 月 3-5 日影响的南海热带低压，给深圳带来一次大暴雨降水过程，为年内对深圳降雨影响最重的台风，以及 2008 年以来对深圳降雨影响最重的热带低压，全市平均累计雨量 152.5 毫米，最大累计雨量 273.3 毫米（大鹏新区葵涌办事处）（图 3.2-11）；2207 号台风“木兰”（热带风暴级）8 月 8-10 日给深圳带来暴雨到大暴雨，全市平均累计雨量 132.9 毫米，最大累计雨量 227.3 毫米（龙岗区园山街道），全市最大阵风 29.3 米/秒（11 级，大鹏新区南澳办事处）；2209 号台风“马鞍”（台风级）是年内进入深圳 300 公里范围的最强台风，但由于结构不对称，对深圳影响以大风为主，带来最大阵风 34.1 米/秒（12 级，大鹏新区南澳办事处），大风综合影响年内仅次于“暹芭”。



图 3.2-11 2022 年 8 月影响深圳台风路径示意图

（3）2222 号台风“尼格”（台风级）于 11 月 3 日 4 时 50 分前后以热带低压（7 级，16 米/秒）的强度在珠海市香洲区沿海登陆，登陆前距离深圳最近约 60 公里。10

月31日-11月3日，“尼格”叠加冷空气给深圳带来局地大暴雨降水和普遍7-8级最大阵风（沿海、高地和海区最大9-10级），成为1994年以来影响深圳最晚的台风。过程中深圳平均雨量超过50毫米，其中大鹏和深汕平均雨量超过100毫米，最大雨量超过200毫米，但雨势十分平缓，最大1小时雨量仅19.5毫米（大鹏新区南澳办事处）。

“尼格”降雨对城市生产生活和安​​全影响较小，却增加了水库蓄水，缓解了东部正在发展的气象干旱，降低了森林火险，改善了空气质量，对深圳影响总体利大于弊。

（2）赤潮

根据《2021年广东省海洋灾害公报》（广东省自然资源厅，2022年6月），2021年广东省海域引发赤潮的生物共11种，其中红色赤潮藻引发赤潮的次数最多、累计面积最大，分别为7次和111.45平方千米。其中，深圳市海域发现赤潮次数最多，为8次，占全省全年赤潮发现次数的57%，但是赤潮发生期间均未收到附近海域出现养殖鱼类和海洋生物异常死亡的报告。近5年（2017—2021年）广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况见图3.2-12。2019-2021年深圳市赤潮灾害统计见表3.2-3。



图 3.2-12 2017—2021 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况

表 3.2-3 2019-2021 年深圳市赤潮灾害统计

序号	发生地点	发生时间	赤潮优势种	面积 (km ²)
1	大铲湾码头以东的前海湾内	2019年 1月30日至2月6日	赤潮异弯藻	1.50
2	深圳湾内海域	2020年 5月3-5日	赤潮异弯藻（毒） 中肋骨条藻	6.00

3	蛇口渔港至深圳湾前海海域	2020年 5月15-17日	中肋骨条藻	7.50
4	珠江口深圳机场附近海域	2020年 11月3-11日	双包旋沟藻	45.00
5	深圳湾海域	2021年 1月18-20日	中肋骨条藻	1.50
6	大鹏半岛以西金沙湾至南澳近岸海域	2021年 1月20日至2月3日	球形棕囊藻 红色赤潮藻	1.70
7	深圳机场北至大铲岛附近海域	2021年 1月27日至2月1日	红色中缢虫	6.00
8	西湾公园至前海湾附近海域	2021年 2月3-13日	红色赤潮藻	6.20
9	前海湾附近海域	2021年 3月17-27日	凯伦藻	1.50
10	深圳湾海域	2021年 3月27日至4月21日	凯伦藻	7.50
11	小铲岛至深圳机场附近海域	2021年 12月7-15日	海链藻	3.50

(4) 地震

据《深圳市城市轨道交通13号线二期(南延)工程场地地震安全性评价专题报告》，区域主要位于华南沿海地震带的中段。

区域内破坏性地震迄今所记载的、由历史文献资料确定的或由地震台网记录的 $M \geq 4.7$ 级的地震。自1372~2018年，统计数据表明研究区内共发生 $M \geq 4.7$ 级破坏性地震25次，其中 $M_{4.7} \sim 4.9$ 级地震14次， $M_{5.0} \sim 5.9$ 级地震9次， $M_{6.0} \sim 6.9$ 级以上地震2次。最早一次破坏性地震为1372年广东广州西北4.3/4级地震，最大地震为1962年广东河源西北6.1级地震。区域内的小地震，起止时间为1970年~2018年，震级范围为 $M_{1.5} \sim 4.6$ 级。统计结果表明，区域内共记录到现代小震12510次，其中 $M_{1.5} \sim 1.9$ 级地震8942次， $M_{2.0} \sim 2.9$ 级地震3137次， $M_{3.0} \sim 3.9$ 级地震416次， $M_{4.0} \sim 4.6$ 级地震15次。沿线遭受的历史地震最大影响烈度为VIII度。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，场地所在地区的II类场地地震动峰值加速度分区值为0.10g，II类场地地震动反应谱特征周期分区为0.35s区。地震设防烈度为VII度。

根据《广东省深圳市轨道交通13号线二期(南延)工程地质灾害危险性评估报告》及本次勘察成果，评估区大部分位于深圳市地质灾害低易发区和中等易发区，部分地段

位于地质灾害高易发区。评估区内共发现1处滑坡，但已治理完毕，现状稳定，基本无危险性及其危害性。拟建工程可能引发的地质灾害为有基坑边坡崩塌/滑坡、地面沉降和地面塌陷，工程建设可能遭受的地质灾害类型有地面沉降和地面塌陷，地质灾害的危害性和危险性均为小。

综上所述，存在的海洋灾害有热带气旋、风暴潮、赤潮和地震等。这些海洋灾害的影响有些是缓慢的，有些是突发性的，因此，在工程结构设计、基底施工中处置不当，有可能发生重大的事故风险，给工程本身造成重大的损失。

3.2.4 地形与地貌

深圳市位于广东省中南部沿海珠江三角洲平原上。南隔深圳河与香港毗邻，东接大亚湾，西接珠江的伶仃洋，北与东莞、惠州接界。全境地势东南高，西北低，大部分为低山丘陵区，间以平缓的台地；西部为滨海平原。境内最高山峰为梧桐山，海拔 943.7 米。深圳市全境地势东南高，西北低，大部分为低山丘陵区，间以平缓的台地；西部为滨海平原。拟建 13 号线二期（南延）工程经过地区的地貌可分为冲积平原地貌、台地地貌。YCK10+00~YCK10+260、YCK10+825~YCK14+067.037 段地貌单元为海积平原区，其中 YCK11+300~YCK14+067.037 段为填海造陆区域，时间为 2003~2004。YCK10+260~YCK10+825 段地貌单元为台地。

3.2.5 区域地质及工程地质

(1) 区域地质

深圳市地处中国东南沿海莲花山断裂带（图 2.4.1-1）的南西段，东西向高要~惠来断裂带中段南缘地带，北西向珠江口大断裂北东盘，并且是莲花山断裂带北西支五华~深圳断裂带南西段展布区。区内各构造形迹的展布和组合均受上述构造的控制或影响，莲花山断裂带是影响沿线及附近的主导地质构造。

莲花山断裂带属政和~大埔断裂带的西南段。其北东端从福建省进入广东省大埔、梅县，然后沿着莲花山山脉向西南延伸到海丰、惠东和深圳一带，通过香港的元朗、屯门伸入南海。断裂带在陆地部分总长约 370km，宽约 20~40km。

深圳市在大地构造上位于华南褶皱系(I 级单元)粤东北——粤中拗陷(III级单元)的紫金~惠阳凹褶断束中(IV级单元)。由加里东褶皱基底上发育而成的晚古生代凹陷，其后被中、新生代构造叠加、改造，并发生多期的断裂和岩浆活动。深圳市处于中国东部沿海莲花山断裂带的西南段之五华~深圳断裂带南西段和东西构造高要~惠来断裂带南侧。广东省深大断裂分布见图 3.2-12。

略

图 3.2-12 广东省深大断裂略图

1-深断裂：①郴县-怀集断裂带，②四会-吴川断裂带，③新丰-恩平断裂带，④河源断裂带，⑤莲花山断裂带，⑥南澳断裂带，⑦佛岗-丰良断裂带，⑧高要-惠来断裂带，⑨琼州海峡断裂带；2—大断裂：(1)南雄-江湾断裂，(2)罗定-悦城断裂，(3)贵子弧形断裂，(4)信宜-廉江断裂，(5)紫金-博罗断裂，(6)潮安-普宁断裂，(7)汕头-惠来断裂，(8)九峰断裂，(9)贵京断裂，(10)遂溪断裂，(11)香港-万山断裂带，(12)珠江拗陷北缘断裂带，3—一般断裂（资料来源：广东省区域地质志）

根据《深圳市区域稳定性评价》（1991年）、《深圳市地震危险性分析和地震烈度评定》等技术资料分析结果：线路穿越的各断层均为非活动性断裂，深圳地带的现今活动量微弱，至目前尚未发现明显的应力和能量集中迹象，近期可排除突发性活动的可能性，地壳相对基本稳定。

（2）工程地质

根据《深圳市城市轨道交通13号线二期工程（南延）岩土工程初步勘察报告》揭示，沿线表层为第四系覆盖，台地地区主要分布残积黏性土层（Qel）；冲海积的平原区则主要分布海陆交替沉积（Q4mc）的人工填土、砂土、黏性土、软土层。基岩主要为燕山期（ $\gamma \beta^5 K_1$ ）的花岗岩。

根据区域地质资料，深圳市城市轨道交通13号线二期（南延）工程没有区域性大断裂通过，仅有一系列小规模北西向、北东向断裂分布在工程场地沿线附近。这些断裂或穿行于燕山期花岗岩中。具体构造分布情况详见图3.2-13深圳市城市轨道交通13号线二期（南延）工程线路周边地质构造图，具体断层描述详见表3.2-4深圳市城市轨道交通13号线二期（南延）工程主要断层描述表。

略

图 3.2-13 深圳 13 号线二期（南延）工程线路周边地质构造图

表 3.2-4 深圳 13 号线二期（南延）工程主要断层描述表

编号	断层编号	与线路关系	断裂描述
F9	F3134	与线路相交于 YCK10+168 里程范围	该断裂属于太子山断裂，走向北西 $320^\circ \sim 330^\circ$ ，倾向南西，倾角 75° 。延伸约 3km，宽 5~15km，穿行于早白垩世花岗岩及前震旦系混合岩中。构造岩为压碎岩，并见硅化。岩石具碎裂结构，重结晶作用较强。扭性节理（北东 20° ）与劈理（走向北西 355° ）发育。此外，断裂使两侧地质体发生反时针向位移。力学性质为压扭性，成生于早白垩世后，切割北东向断裂。该组断裂为非全新统活动断裂，多与线路相交，收集望海路勘察资料及本线地震安评成果，断裂对项目影响较大。

拟建工程场区沿线地层结构较复杂，岩土层种类较多，岩土层的埋深、厚度及性能变化较大。现自上而下将各岩土体基本特征简述如下：

<1-1>素填土（ Q_4^{ml} ）

灰色、灰黄色、褐红色、灰黑等杂色，稍湿~湿，呈松散~稍密状态，主要由黏性土混少量砂砾组成，局部夹有少量碎石、块石、砼块、砖渣，该层岩芯采取率为75%~90%不等，该层进行标准贯入试验20次，实测击数 $N=4\sim 13$ 击，平均值9.3击。由填海造陆或填筑路基时形成，顶部30~50cm为砼路面，填埋年限10年以上。该层线址内普遍分布，层厚0.6~14.2m，平均层厚5.51m，层底高程-13.23~14.94m。为II级普通土。

<1-2>填砂（ Q_4^{ml} ）

深灰色、灰黄色、褐黄色、等色，稍湿，局部为饱和，松散~稍密状。土质较均匀，砂为石英质，以中粗砂为主，局部含粉细砂、砾砂、黏性土等，分选性较差，颗粒形态不一。该层岩芯采取率为70%~80%不等，该层进行标准贯入试验8次，实测击数 $N=7\sim 12$ 击，平均值10.12击。由填海造陆时形成，填埋时间10年以上。层厚0.7~9.5m，平均层厚3.24m，层顶高程-10.01~4.76m，层底高程-12.61~-0.56m。为I级松土。

<1-4>填块石（ Q_4^{ml} ）

灰白色、灰色、浅肉红色等色，稍湿~湿，局部为饱和，稍密~中密，局部为密实，均匀性差，主要由中、微风化花岗岩块组成，岩芯呈碎块状或柱状，块石直径多为20~50cm，因块石一般呈椭圆状，钻探一般只能揭示其厚度方向的尺寸，又受钻头尺寸影响，可能存在块石粒径大于100cm的情况，硬杂质含量大于50%，块石间为碎石、角砾及黏性土充填。钻探时易卡钻、漏水。该层岩芯采取率为75%~85%不等，该层未进行标准贯入试验，主要为前期填海造陆时形成，填筑时间10年以上。层厚0.5~20.3m，平均层厚7.19m，层顶高程-11.75m~5.12m，层底高程-17.22~3.82m。为IV级软质岩。

<4-1>淤泥（ Q_4^{mc} ）

深灰色、灰黑色，流塑，局部呈软塑，含大量有机质，高压缩性，可见贝壳等生物残骸，具腥臭味，局部不均匀含有粉砂、细砂，手感细腻，摇震反应无，干剪强度高，韧性中等。该层进行标准贯入试验88次，实测击数 $N=1\sim 4$ 击，平均值2.16击，根据土工试验数据，液性指数 $I_L=1.02\sim 1.67$ ，孔隙比 $e=0.56\sim 1.95$ ，天然快剪试验 $C=5.5\sim 8.9\text{KPa}$ ， $\phi=3.1\sim 4.1^\circ$ 。层厚0.70~20.3m，平均层厚6.68m，层顶高程-21.62~-1.26m，

层底高程-26.7~-6.39m。为II级普通土。

<4-2>淤泥质土 (Q₄^{mc})

黑灰色，流塑~软塑，含腐殖质，略具腥臭，含有机质，局部可见腐木等植物残骸，高压塑性，局部层底含少量石英砂颗粒，切面稍有光泽，摇振反应无，干强度高，韧性强。该层进行标准贯入试验 42 次，实测击数 N=2~5 击，平均值 3.78 击，根据土工试验数据，液性指数 I_L=1.03~1.71，孔隙比 e=1.37~2.51，天然快剪试验 C=6.7~10.1KPa， $\phi=3.4\sim 7.1^{\circ}$ 。层厚 0.5~11.8m，平均层厚 3.9m，层顶高程-26.21~3.22m，层底高程-29.94~-1.91m。为II级普通土。

<4-3>淤泥质砂 (Q₄^{mc})

深灰色、灰色，饱和，松散~稍密，主要成分为石英颗粒，不均匀含有机质和较多贝壳碎片，分选性较好，颗粒级配不良。该层进行标准贯入试验 17 次，实测击数 N=6~18 击，平均值 11.29 击，根据土工试验数据，孔隙比 e=0.49~1.16。层厚 0.70~9.00m，平均层厚 3.27m，层顶高程-23.21~-2.34m，层底高程-26.21~-5.03m。为I级松土。

<4-4-3>黏性土 (Q₄^{mc})

灰黄色、褐红色、灰白色，可塑，切面有光泽，干剪强度高，压缩性中等，局部含少量砾粒及铁锰质结核。该层沿线零星分布，分布范围较小。该层标准贯入试验 55 次，实测击数 N=4~15 击，平均值 10.89 击。层厚 1.1~9.4m，平均层厚 3.38m，层顶高程-28.67~-3.97m，层底高程-30.67~-6.57m。为II级普通土。

<4-4-4>黏性土 (Q₄^{mc})

灰黄色、褐红色、灰白色，硬塑，切面有光泽，干剪强度高，压缩性中等，局部含少量砾粒及铁锰质结核。该层沿线零星分布，分布范围较小。该层标准贯入试验 6 次，实测击数 N=16~22 击，平均值 17.83 击。层厚 1.8~6.4m，平均层厚 3.72m，层顶高程-17.89~-8.6m，层底高程-20.13~-11.8m。为II级普通土。

<4-5>粉细砂 (Q₄^{mc})

黄褐、灰白色，饱和，稍密，局部可达中密状态，主要成分为石英颗粒，含少量黏性土和有机质，局部相变为中粗砂，颗粒级配良好，分选性较差，零星分布于沿线各工点。该层标准贯入试验 20 次，实测击数 N=10~19 击，平均值 12.55 击。根据土工试验数据，孔隙比 e=0.74~1.46。层厚 1~5.6m，平均层厚 2.83m，层顶高程-30.44~-11.53m，层底高程-31.44~-16.06m。为I级松土。

<4-7>砾砂 (Q₄^{mc})

浅黄色、灰白色，饱和，稍密~中密，以石英颗粒为主，局部含粉细砂或中粗砂，含少量黏粒，次圆，颗粒级配良好，分选性较差。部分钻孔含石英碎块。该层呈层状分布，分布范围较广泛。该层进行标准贯入试验 142 次，实测击数 $N=11\sim 46$ 击，平均值 17.39 击。根据土工试验数据，孔隙比 $e=0.39\sim 1.35$ 。进行重型动力触探试验 0.8m，实测击数 $N_{63.5}=4\sim 13$ 击，平均值 7.5 击。层厚 0.5~14.5m，平均层厚 4.88m，层顶高程 -30.67~-1.91m，层底高程 -33.7~-2.41m。为 I 级松土。

<8-1-1>可塑状砾质黏性土 (Q^{cl})

灰褐色、褐黄色、褐红色，可塑，含石英砾约 15%~40%，除石英外，其余矿物已全部风化变质，岩芯多呈土柱，稍有光泽，摇振反应无，干强度中等，韧性中等，主要由下伏花岗岩或混合花岗岩风化残积而成。线路上零星分布。该层进行标准贯入试验 6 次，实测击数 $N=13\sim 15$ 击，平均 14.16 击。根据土工试验数据，液性指数 $I_L=0.40\sim 0.53$ ，孔隙比 $e=0.91\sim 1.18$ ，天然快剪试验 $C=6.9\text{KPa}$ ， $\phi=24.5^\circ$ 。层厚 1.7~8.9m，平均层厚 4.8m，层顶高程 -25.33~-21.39m，层底高程 -33.92~-25.19m。为 II 级普通土。

<8-1-2>硬塑砾质黏性土 (Q^{cl})

灰褐色、褐黄色、褐红色，硬塑状态，含石英砾约 15%~40%，除石英外，其余矿物已全部风化变质，岩芯多呈土柱，稍有光泽，摇振反应无，干强度中等，韧性中等，主要由下伏花岗岩或混合花岗岩风化残积而成。线路上广泛分布。该层进行标准贯入试验 78 次，实测击数 $N=16\sim 44$ 击，平均值 28.82 击。根据土工试验数据，液性指数 $I_L=0.40\sim 0.53$ ，孔隙比 $e=0.91\sim 1.18$ ，天然快剪试验 $C=12.0\sim 25.9\text{KPa}$ ， $\phi=8.5\sim 29.6^\circ$ 。进行重型动力触探试验 8.6m，实测击数 $N_{63.5}=5\sim 57$ 击，平均值 17 击。层厚 1.4~12.8m，平均层厚 4.31m，层顶高程 -33.92~14.94m，层底高程 -39.35~11.14m。为 II 级普通土。

<11-1-1>全风化黑云母花岗岩 ($\gamma\beta^5K_1$)

褐灰色、灰褐色、褐黄色，风化剧烈，原岩结构已基本破坏，但尚可辨认，除石英外其余大部分已风化成砂土，局部夹有石英碎块，遇水易软化、崩解，合金易钻进，为极软岩，极破碎，岩体基本质量等级为 V 级。该层沿线广泛分布。该层进行标准贯入试验 43 次，实测击数 $N=40\sim 69$ 击，平均值 54.49 击。根据土工试验数据，液性指数 $I_L=-0.49\sim -0.24$ ，孔隙比 $e=0.53\sim 0.78$ ，天然快剪试验 $C=20.1\sim 30.5\text{KPa}$ ， $\phi=21.2\sim 25.9^\circ$ 。层厚 0.7~11.4m，平均层厚 4.92m，层顶高程 -39.35~11.14m，层底高程 -46.12~5.24m。为 III 级硬土。

<11-1-2>土状强风化黑云母花岗岩 ($\gamma\beta^5K_1$)

褐黄色、灰褐色，风化强烈，原岩结构大部分破坏，矿物成分变化显著，钾长石手捏呈粉砂，岩芯砂土，底部夹有块状强风化，泡水易软化，岩块手可折断，合金可钻进，为极软岩，极破碎，岩体基本质量等级为V级。该层沿线广泛分布。该层进行标准贯入试验30次，实测击数 $N=70\sim 110$ 击，平均值76.43击。根据土工试验数据，液性指数 $I_L=-0.43\sim -0.24$ ，孔隙比 $e=0.58\sim 0.72$ ，天然快剪试验 $C=24.0\text{KPa}$ ， $\phi=27.1^\circ$ 。层厚1~23.6m，平均层厚6.52m，层顶高程-46.12~5.18m，层底高程-57~3.28m。为III级硬土。

<11-1-3>块状强风化黑云母花岗岩（ $\gamma\beta^5K_1$ ）

褐黄、灰褐色，风化强烈，原岩结构大部分破坏，矿物成分变化显著，岩芯主要呈坚硬砂土状及碎块，局部夹有中风化岩块，遇水易软化崩解，岩块手可折断，合金可钻进，为软岩~极软岩，极破碎，岩体基本质量等级为V级。该层沿线广泛分布。层厚0.6~36.5m，平均层厚5.67m，层顶高程-55.67~9.83m，层底高程-82.24~8.93m。为IV级软质岩。

<11-1-4>中等风化黑云母花岗岩（ $\gamma\beta^5K_1$ ）

肉红色、褐黄色、青灰色，主要由石英、长石、云母等矿物组成，中粗粒花岗结构，块状构造。岩芯主要呈块，部分为短柱，节长5~10cm不等，最长可达30cm，裂隙发育，裂隙面受铁锰质浸染，局部节理面矿物绿泥石化发育，合金钻进困难，RQD约为20%~60%不等，岩芯采取率70%~85%不等，属较软~较硬岩，岩体为极破碎~破碎，局部较破碎，岩体基本质量等级为IV~V级。层厚0.5~18.0m，平均层厚7.62m，层顶高程-82.24~8.93m。属V级次坚石。天然单轴抗压强度为16.45~48.39Mpa，标准值为28.07MPa；饱和单轴抗压强度为15.70~38.70MPa，标准值为21.78MPa。

<11-1-5>微风化黑云母花岗岩（ $\gamma\beta^5K_1$ ）

肉红、青灰色，主要由石英、长石、云母等矿物组成，中粗粒变晶结构，块状构造。岩芯主要呈长、短柱，部分为碎块，节长15~30cm不等，裂隙较发育，裂隙面受铁锰质浸染，局部节理面矿物绿泥石化发育，合金钻进困难，RQD约为40%~75%不等，岩芯采取率为80%~95%不等，属坚硬岩，岩体较破碎~较完整，岩体基本质量等级为II~III级。该层未能完全揭露，层顶高程-66.56~-0.5m，岩土施工工程分级为VI级坚石。天然单轴抗压强度为30.91~107.42MPa，标准值为55.42MPa；饱和单轴抗压强度为27.37~96.70Mpa，标准值为47.95MPa。

本项目钻孔位置图和代表性钻孔柱状图见图3.2-14和图3.2-15。

略

图 3.2-14 钻孔位置

略

图 3.2-15a 典型工程地质柱状图

略

图 3.2-15b 典型工程地质柱状图

略

图 3.2-15a 典型工程地质柱状图

略

图 3.2-15b 典型工程地质柱状图

略

图 3.2-15a 典型工程地质柱状图

略

图 3.2-15b 典型工程地质柱状图

3.2.6 海洋环境现状

国家海洋局深圳海洋环境监测中心站于2022年5月对项目海域的水质、沉积物和生态环境现状进行了调查。

另外，由于深圳湾海域属于禁渔区，所有捕捞渔船都不能在深圳湾海域捕鱼。根据《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007/14 游泳动物调查）游泳动物的调查网具为拖网（包括底层拖网、变水层拖网、双船底层有翼单囊拖网、单船有翼单囊拖网），而且所有拖网渔船均不能在深圳湾内进行作业，因此，本项目渔业资源收集广东海洋大学2020年9月位于深圳湾外的珠江口海域的调查资料。

3.2.6.1 调查概述

（1）调查概况

国家海洋局深圳海洋环境监测中心站调查共设置12个水质站位，6个沉积物站位、8个生物生态站位，采样时间为2022年5月（春季）。调查站位图和监测项目详见表3.2-5和图3.2-16所示。

表3.2-5 2022年5月调查站位及监测项目

站位	经度（E）	纬度（N）	调查内容
D32			水质、生物生态、沉积物
D33			水质
D34			水质、生物生态、沉积物
D35			水质
D36			水质、生物生态、沉积物
D37			水质、生物生态、沉积物
D38			水质、生物生态、沉积物
D39			水质、生物生态、沉积物
D40			水质
D41			水质、生物生态、沉积物

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
D42			水质
D43			水质、生物生态、沉积物

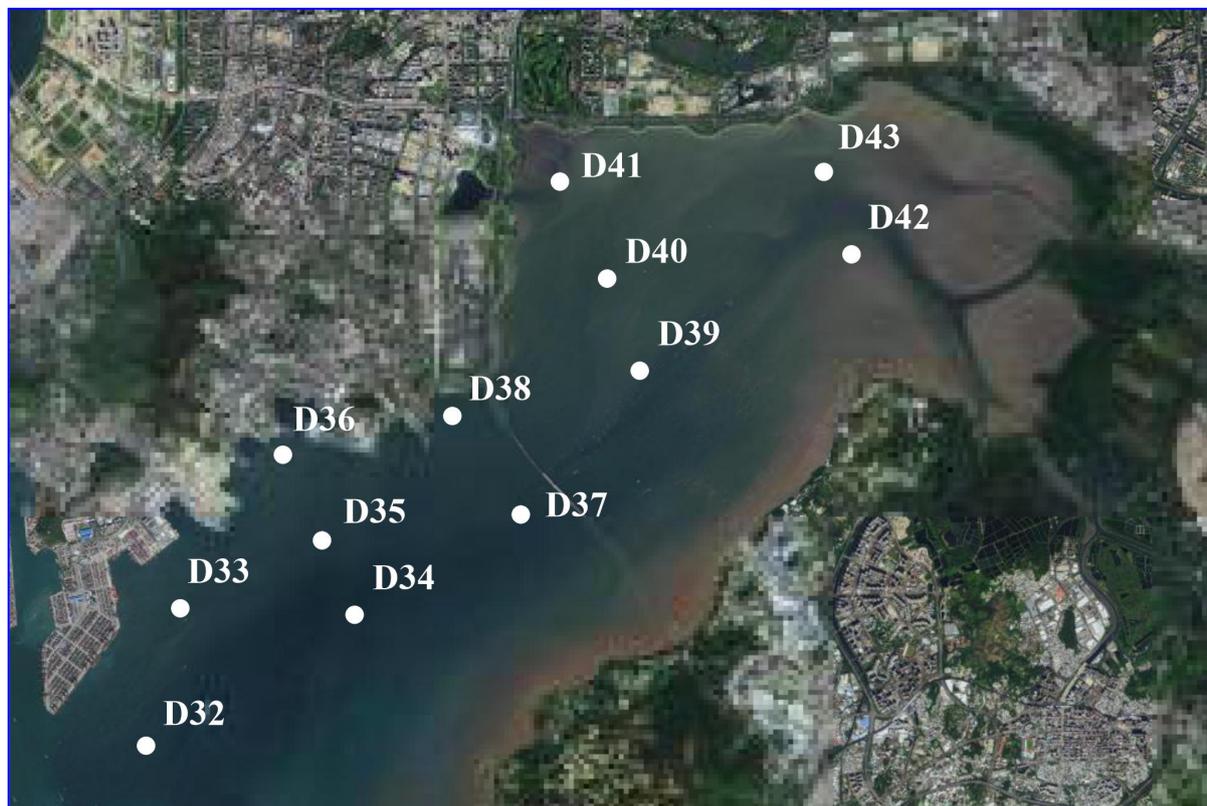


图3.2-16 调查站位分布图

(2) 调查内容及方法

调查内容以及样品的采集、储存、运输、测定方法和数据处理均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)、《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)等相关技术标准的要求实施。

(3) 水质质量

1) 调查项目和方法

海水环境质量现状调查的项目包括：盐度、pH、悬浮物、化学需氧量(COD_{Mn})、活性磷酸盐、无机氮(氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐)、汞、砷、锌、镉、铅、铜、铬、石油类等16项。各调查项目的分析方法如表3.1-1所示。

2) 调查站位、采样层次和频次

根据海洋环境影响评价和海域使用论证等相关专项报告二级编制的技术要求，海水环境质量现状调查布设了 12 个监测站位，各监测站位在海域中的相对位置见图 3.1-10 所示，各监测站位具体的经纬度见表 3.1-5 所示。

海水水质现状调查水样的采集层次安排如下：水深≤10m，采（0.5m）；10m≤水深≤25m，采（0.5m）、底层；水深≥25m，采表（0.5m）、中（1/2 水深层）、底层水样。石油类项目只采样。

海水水质现状调查分别在 2022 年 5 月（春季）展了采样调查工作，分析方法见表 3.2-6。

表 3.2-6 水质监测项目分析及检出限

序号	项目名称	分析方法	检出限	方法标准
1	水深	测深绳法	0.1m	《海洋调查规范》 GB/T 12763.2-2007/4.8
2	水温	表层水温表法	0.1 °C	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/25.1
3	盐度	盐度计法	0.0050	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/29.1
4	pH	pH 计法	0.02	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/26
5	悬浮物	重量法	0.8 mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/27
6	溶解氧	碘量法	0.32 mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/31
7	化学需氧量(COD)	碱性高锰酸钾法	0.15 mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/32
8	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	0.0008mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/39.1
9	硝酸盐	锌-镉还原法	0.0012mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/38.2
10	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	0.0003mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/37
11	氨氮	次溴酸盐氧化法	0.0005mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/36.2
12	铜	原子吸收光度法	1.1×10 ⁻³ mg/L	《海洋监测规范》 GB 17378.4-2007/6.3
13	铅	原子吸收光度法	1.8×10 ⁻³ mg/L	《海洋监测规范》 GB 17378.4-2007/7.3
14	锌	原子吸收光度法	3.1×10 ⁻³ mg/L	《海洋监测规范》 GB 17378.4-2007/9.1

序号	项目名称	分析方法	检出限	方法标准
15	镉	原子吸收光度法	0.3×10^{-3} mg/L	《海洋监测规范》 GB 17378.4-2007/8.3
16	砷	原子荧光法	0.50×10^{-3} mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/11.1
18	汞	原子荧光法	0.007×10^{-3} mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/5.1
19	石油类	紫外分光光度法	0.003 mg/L	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007/13.2

(4) 沉积物质量

1) 调查项目和方法

2022年5月（春季）海洋沉积物仅采集海底沉积物共8个站点。调查分析要素为铜、铅、锌、镉、砷、汞、铬、石油类、有机碳和硫化物等10项。分析方法、采用分析标准、检出限等见表3.2-7。

表 3.2-7 沉积物调查项目分析及检出限

序号	项目名称	分析方法	检出限	方法标准
1	铜	火焰原子吸收分光光度法	1.0×10^{-6}	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定》 HJ491-2019
2	锌	火焰原子吸收分光光度法	1.0×10^{-6}	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定》 HJ491-2019
3	铅	火焰原子吸收分光光度法	10×10^{-6}	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定》 HJ491-2019
4	镉	火焰原子吸收分光光度法	0.05×10^{-6}	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定》 HJ491-2019
5	汞	原子荧光法	0.002×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007/5.1
6	砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007/11.1
7	铬	火焰原子吸收分光光度法	4×10^{-6}	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定》 HJ491-2019
8	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.03 %	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007/18.1
9	石油类	紫外分光光度法	3.0×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB 17378.5-2007/13.2
10	硫化物	离子选择电极法	0.2×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007/17.2

注：“-”标准方法中没标明检出限

(5) 生物质量

1) 调查项目和方法

在渔业资源调查的生物样品中挑选有代表性物种，分析其中的铜、锌、铅、镉、铬和石油烃等6项。分析方法、采用方法标准、检出限等见表3.2-8。

2) 调查站位、采样层次和频次

根据海洋环境影响评价和海域使用论证等相关专项报告编制的技术要求，于别于2022年5月（秋季）进行海洋生物体质量调查。

表 3.2-8 生物质量调查项目分析及检出限

序号	调查项目	分析方法	检出限	方法标准
1	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.3×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.6-2007/6.1
2	镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.005×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.6-2007/8.1
3	铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.6-2007/7.1
4	锌	火焰原子吸收分光光度法	0.4×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.6-2007/9.1
5	铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.6-2007/10.1
6	石油烃	荧光分光光度法	0.2×10^{-6}	《海洋监测规范》 GB17378.6-2007/13

(6) 海洋生物生态

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，国家海洋局深圳海洋环境监测中心站于2022年5月（春季）对项目用海附近海域的生态现状进行了调查。本次生态调查内容包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物、鱼卵仔稚鱼、浅海底栖生物等海洋生物。其中，浮游植物、浮游动物、鱼卵仔稚鱼、浅海底栖生物等共设8个站位（与海水环境质量调查同步进行，调查站位及其经纬度详见图3.2-16和表3.2-5），上述均满足二级海域使用论证的站位布设要求。

各生物调查项目的采样和分析均按《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6—2007）和《海洋监测规范》（GB17378—2007）中规定的方法进行（见表3.2-9）。

表 3.2-9 海洋生物生态监测项目、方法和仪器

序号	项目	引用标准及分析方法	仪器
----	----	-----------	----

1	叶绿素 a	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007/8.2 分光光度法	紫外可见分光光度计
2	浮游生物 (浮游植物、浮游动物)	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007/5 浮游生物生态调查	生物显微镜
3	鱼卵仔稚鱼	《海洋调查规范》 GB/T 12763.6-2007/9 鱼类浮游生物调查	生物显微镜
4	底栖生物	《海洋调查规范》 GB/T 12763.6-2007 /10 大型底栖生物调查 /11 小型底栖生物调查	生物显微镜

3.2.6.2 评价标准与方法

(1) 水质质量

1) 评价标准：采用单项评价标准指数法进行水质评价，评价标准依据执《海水水质标准》（GB3097-1997）（表 3.2-10）。

表 3.2-10 海水水质标准

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5 同时不超过该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超过该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
化学需氧量(COD)≤	2	3	4	5
无机氮（以 N 计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
磷酸盐（以 P 计）≤	0.015	0.030		0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.010	
砷≤	0.020	0.030	0.050	
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
石油类≤	0.05		0.30	0.50

备注：除水温、pH 外，其余单位：mg/L。

2) 评价方法：水质评价采用单因子标准指数法。

单项水质标准指数法的计算方法如下：

$$S_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{j,s}}$$

式中： $S_{i,j}$ ——第 i 站评价因子 j 的标准指数；

$C_{i,j}$ ——第 i 站评价因子 j 的调查浓度，mg/L；

$C_{j,s}$ ——评价因子 j 的评价标准，mg/L。

对海水中 pH 值的标准指数用下式计算：

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

$$\text{其中， } pH_{SM} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}; D_S = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$$

式中： PI_{pH} ——pH 的污染指数；

pH ——pH 的实测值；

pH_{su} ——pH 评价标准的上限值，

pH_{sd} ——pH 评价标准的下限值。

3) 《广东省海洋功能区划》标准：

根据项目所在海域的海洋功能区划和功能区，执行标准见表 3.2-11。

表 3.2-11 各监测点位海洋水质评价标准

序号	监测时间	监测点位	所在海洋功能区	执行标准
1	2022 年 5 月 (春季)	D32-D36	大铲湾-蛇口湾港口航运区	执行第四类水质标准
2	2022 年 5 月 (春季)	D37-D43	深圳湾保留区	维持现状（参考相邻的大铲湾-蛇口湾港口航运区，按第四类水质标准评价）

(2) 沉积物质量

1) 评价标准：按《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）标准执行，见表 3.2-12。

2) 评价方法：评价方法采用单项污染指数加超标率法，即第 i 项污染指数 $S_i=C_i/C$ 。

式中 C_i 为第 i 项调查值， C 为沉积物标准值。

表 3.2-12 海洋沉积物质量标准

调查项目	第一类	第二类	第三类
铜 ($\times 10^{-6}$) \leq	35.0	100.0	200.0
铅 ($\times 10^{-6}$) \leq	60.0	130.0	250.0
锌 ($\times 10^{-6}$) \leq	150.0	350.0	600.0
镉 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00
铬 ($\times 10^{-6}$) \leq	80.0	150.0	270.0
汞 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.20	0.50	1.00
砷 ($\times 10^{-6}$) \leq	20.0	65.0	93.0
石油类 ($\times 10^{-6}$) \leq	500.0	1000.0	1500.0
有机碳 ($\times 10^{-2}$) \leq	2.0	3.0	4.0

3) 《广东省海洋功能区划》标准:

各监测点位所在海洋功能区划功能区内海洋沉积物评价标准见表 3.2-13。

表 3.2-13 各监测点位海洋沉积物评价标准

序号	监测时间	监测点位	所在海洋功能区	执行标准
1	2022 年 5 月 (春季)	D32、D34、 D36	大铲湾-蛇口湾港口航运区	第三类
2	2022 年 5 月 (春季)	D37、D38、 D39、D41、 D43	深圳湾保留区	维持现状(参考相邻的大铲湾-蛇口湾港口航运区), 建议执行第三类

(3) 生物质量

1) 评价标准: 海洋生物质量(双壳贝类)按《海洋生物质量》(GB18421-2001)标准执行(表 3.2-14), 本调查海域执行第三类海洋生物质量标准。海洋鱼类、甲壳类和软体动物(不含贝类)生物质量评价, 目前国家尚未颁布统一的评价标准, 铜、锌、铅、镉、总汞本报告采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价, 海洋鱼类、甲壳类中砷、铬采用《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的评价标准进行评价, 标准限值见表 3.2-15。软体动物(不含贝类)中的砷、铬不做评价。

2) 评价方法: 评价方法采用单项污染指数法, 即第 i 项污染指数 $S_i=C_i/C$ 。式中 C_i

为第 i 项调查值, C 为生物体标准值。

表 3.2-14 海洋双壳贝类生物质量标准值 (鲜重) (单位: mg/kg)

调查项目	第一类	第二类	第三类
总汞 \leq	0.05	0.10	0.30
镉 \leq	0.2	2.0	5.0
铅 \leq	0.1	2.0	6.0
锌 \leq	20	50	100(牡蛎 500)
铜 \leq	10	25	50(牡蛎 100)
砷 \leq	1.0	5.0	8.0
铬 \leq	0.5	2.0	6.0

表 3.2-15 海洋鱼类、甲壳类生物体内污染物评价标准 (单位: mg/kg)

调查项目	铜	锌	镉	汞	铅	铬	砷
鱼类	20	40	0.6	0.3	2	1.5	5
甲壳类	100	150	2	0.2	2	1.5	8
软体动物 (不含贝类)	100	250	5.5	0.3	10	5.5	10

注: “-”表示无相关标准。

(4) 海洋生态和渔业资源数据处理和评价

1) 生物生态优势度 (Y) 及计算方法

优势种的概念有两个方面涵义, 一方面指占有广泛的生境, 可以利用较高的资源, 具广泛适应性, 在空间分布上表现为空间出现频率 (f_i) 较高, 另一方面, 表现为个体数量 (n_i) 庞大, 丰度百分比 (n_i/N) 较高。

设: f_i ——第 i 个种在各样方中的出现频率;

n_i ——群落中第 i 个物种在空间中的丰度;

N ——群落中所有物种的总丰度;

综合优势种概念的两个方面, 得出优势种优势度 (Y) 的计算公式:

$$Y = n_i/N \times f_i$$

本报告规定优势度 $Y \geq 0.02$ 时为优势种。

2) 生物生态评价方法及其指数计算

本次调查的海洋生物生态群落评价包括群落多样性、群落均匀度和群落单纯度四个方面。

香农—威纳 (Shannon—Weaner) 多样性指数:

$$H' = -\sum_i^S P_i \log_2 P_i$$

式中, H' ——为物种多样性指数值; S ——为样品中的总种数; P_i ——为第 i 种的个体丰度 (n_i) 与总丰度 (N) 的比值 (n_i/N)。

一般认为, 正常环境, 该指数值高; 环境受污, 该指数值降低。

均匀度指数:

$$J' = H' / \log_2 S$$

式中, J' ——表示均匀度指数值; H' ——表示物种多样性指数值; S ——表示样品中总种数。

丰富度指数:

$$d = (S-1) / \log_2 N$$

式中, d ——表示丰富度指数值; S ——表示样品中的总种数; N ——表示群落中所有物种的总丰度。

单纯度指数:

$$C = \text{SUM}(n_i/N)^2$$

式中, C ——表示单纯度指数; N ——为群落中所有物种丰度或生物量, n_i 为第 i 个物种的丰度或生物量。

一般而言, 健康的环境, 物种均匀度和丰富度指数值高, 单纯度指数值低; 污染环境, 物种均匀度和丰富度指数值低, 单纯度指数值高。

3) 海洋生物评价

采用 Shonnon-Weaver 生物多样性指数评价海域环境对海洋浮游生物、底栖生物的影响程度, 参照《近岸海域环境监测规范》(HJ442-2008) 的评价标准 (见表 3.2-16)。

表 3.2-16 生物多样性指数分级评价标准

指数 H'	$H' \geq 3.0$	$2.0 \leq H' < 3.0$	$1.0 \leq H' < 2.0$	$H' < 1.0$
生境质量等级	优良	一般	差	极差

3.2.6.3 海洋环境质量调查与评价结果

(1) 水质

水质调查结果见表 3.2-17。按照《广东省海洋功能区划》的要求(见表 3.2-11),采用《海水水质标准》(GB3097-1997)分级评价标准对水质环境质量进行评价,其中 D43-D39 站位属于深圳湾保留区,水质标准为此现状(四类海水水质标准);D38-D32 站位属于大铲湾蛇口湾港口航运,执行不低于第四类的海水水质标准,综合评价执行第四类水质标准。以此上述标准对相应站位进行评价指数统计见表 3.2-18。

●水深: 测值在 0.5m~6.6m 之间。

●水温: 表层测值在 28.4℃~32.0℃之间。

●盐度: 表层测值在 4.3332~14.5742 之间。

●悬浮物: 表层测值在 10.5~151.6 mg/L 之间。

●pH 值: 表层测值在 7.75~8.47 之间,均符合第二类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●溶解氧: 表层测值在 8.99mg/L~14.26mg/L 之间。所有站位均符合第一类海水水质标准。均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●化学需氧量: 表层测值在 2.63~5.65mg/L 之间,存在超标现象,其超标率为 25.0%。

●无机氮: 表层测值在 0.459mg/L~2.180mg/L 之间。除 D38 站外,其余站位的无机氮含量均超过第四类海水水质标准,超标率为 91.7%。

●活性磷酸盐: 表层测值在 0.012mg/L~0.201mg/L 之间,存在超标现象,其超标率为 50.0%。

●铜: 表层测值在 3.50~5.07 $\mu\text{g/L}$ 之间,均符合第二类海水水质标准,各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●锌: 表层测值在 7.38~109.0 $\mu\text{g/L}$ 之间,均符合第四类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●铅: 表层与底层的测值均为 3.25~3.76 $\mu\text{g/L}$,均符合第二类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●镉: 表层与底层的测值均为 0.032~0.149 $\mu\text{g/L}$,均符合第一类海水水质标准。

各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●总铬：表层测值在 ND~1.30 μg/L 之间，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●汞：表层测值在 0.03~0.17 μg/L 之间，均符合第二类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●砷：表层测值在 2.40~3.90 μg/L 之间，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●石油类：表层测值在 0.016~0.031 μg/L 之间，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

评价结果显示，水体中溶解氧、镉、总铬、砷、石油类等含量均符合第一类海水水质标准；全部站位的 pH 值、铜、铅、汞等含量符合第二类海水水质标准；全部站位的锌含量符合第四类海水水质标准。根据《广东省海洋功能区划》的要求，水体中溶解氧、镉、总铬、砷、pH 值、铜、铅、汞以及锌等指标均满足区划的要求；而化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮则均存在不同程度的超标现象：其中，化学需氧量超标率为 25.0%、活性磷酸盐超标率为 50.0%、无机氮超标率为 91.7%，而且三项指标的超标站位基本集中在 D43-D39 站之间，该站位群所属区域为深圳湾内湾区域，区域沿岸存在市政排污口，且内湾水动力较弱，促使内、外湾水体交换慢，水体污染物无法有效迁移，导致深圳湾内湾区域的化学需氧量、活性磷酸盐以及无机氮含量较高。

表 3.2-17 评价海域海水水质调查结果表

站 位	层 次	水深	温度	pH	盐度	溶解 氧	化学 需氧 量	悬浮 物	石油 类	活性 磷酸 盐	亚硝 酸盐
		m	°C			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
D32	表										
D33	表										
D34	表										
D35	表										
D36	表										
D37	表										

站位	层次	水深	温度	pH	盐度	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	石油类	活性磷酸盐	亚硝酸盐
		m	°C			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
D38	表										
D39	表										
D40	表										
D41	表										
D42	表										
D43	表										
最小值	表	0.5	28.4	7.75	4.3332	8.99	2.63	10.5	0.016	0.171	0.017
最大值		6.6	32.0	8.47	14.5742	14.26	5.65	151.6	0.031	1.95	0.146
平均值		3.3	30.0	8.13	10.8669	11.55	3.89	32.1	0.023	1.16	0.048

续表 3.2-17 评价海域海水水质调查结果表

站位	层次	硝酸盐	氨氮	无机氮	汞	砷	锌	镉	铅	铜	铬
		mg/L	mg/L	mg/L	μg/L						
D32	表										
D33	表										
D34	表										
D35	表										
D36	表										
D37	表										
D38	表										
D39	表										
D40	表										
D41	表										
D42	表										
D43	表										

站 位	层 次	硝 酸 盐	氨 氮	无 机 氮	汞	砷	锌	镉	铅	铜	铬
		mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
最小值	表	0.416	0.00	0.459	0.03	2.40	7.38	0.032	3.25	3.50	ND
最大值		1.06	1.12	2.180	0.17	3.90	109.0	0.149	3.76	5.07	1.30
平均值		0.852	0.18	1.079	0.07	3.04	39.3	0.071	3.37	4.31	0.70

注：“ND”表示未检出或低于检出限。

表 3.2-18 按照功能区划评价海域海水水质评价指数统计表

站 位	层 次	pH	溶 解 氧	化 学 需 氧 量	无 机 氮	活 性 磷 酸 盐	石 油 类
D32							
D33							
D34							
D35							
D36							
D37							
D38							
D39							
D40							
D41							
D42							
D43							
超标率							
备注	全部站位均执行四类海水水质标准						

续表 3.2-18 按照功能区划评价海域海水水质评价指数统计表

站 位	层 次	汞	砷	锌	镉	铅	铜	铬
D32	表							
D33	表							
D34	表							

站位	层次	汞	砷	锌	镉	铅	铜	铬
D35	表							
D36	表							
D37	表							
D38	表							
D39	表							
D40	表							
D41	表							
D42	表							
D43	表							
超标率	表	0	0	0	0	0	0	0
备注	全部站位均执行四类海水水质标准							

注：“ND”表示未检出或低于检出限。

(2) 沉积物质量

调查海域采集了 8 个站位沉积物样品（调查结果见表 3.2-19），其质量评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中分级标准进行，评价采用单因子标准指数法。按照《广东省海洋功能区划》的要求（见表 3.2-13），**全部站位执行第三类的海洋沉积物标准**，以此标准对相应站位进行评价指数统计见表 3.2-20。

结果表明，硫化物、油类、铬、铜、镉、汞、砷、铅以及有机碳等全部指标的含量均符合**第三类海洋沉积物质量标准**。综上，本次沉积物调查的各个指标达标率分别为：铜（100%）、锌（100%）、铅（100%）、镉（100%）、汞（100%）、砷（100%）、石油类（83.3%）、硫化物（100%）、总有机碳（100%）、铬（100%），均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

- 铜：测值在 $30.0 \times 10^{-6} \sim 68.2 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 45.4×10^{-6} 。
- 锌：测值在 $103 \times 10^{-6} \sim 201 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 156×10^{-6} 。
- 铅：测值在 $37.1 \times 10^{-6} \sim 57.9 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 49.9×10^{-6} 。

- 镉：测值在 $0.05 \times 10^{-6} \sim 0.39 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 0.19×10^{-6} 。
- 汞：测值在 $0.111 \times 10^{-6} \sim 0.555 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 0.206×10^{-6} 。
- 砷：测值在 $13.2 \times 10^{-6} \sim 16.9 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 14.7×10^{-6} 。
- 铬：测值在 $41.3 \times 10^{-6} \sim 73.0 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 55.6×10^{-6} 。
- 有机碳：测值在 $1.16 \times 10^{-2} \sim 2.15 \times 10^{-2}$ 之间，平均值为 1.54×10^{-2} 。
- 硫化物：测值在 $27 \times 10^{-6} \sim 142 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 55.6×10^{-6} 。
- 油类：测值在 $50.8 \times 10^{-6} \sim 224 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 55.6×10^{-6} 。

表 3.2-19 评价海域沉积物质量调查结果

站位	汞	砷	锌	镉	铅	铜	铬	硫化物	油类	有机碳
	$\times 10^{-6}$									%
D32										
D34										
D36										
D37										
D38										
D39										
D41										
D43										
最小值	0.111	13.2	103	0.05	37.1	30.0	41.3	27	50.8	0.94
最大值	0.555	16.9	201	0.39	57.9	68.2	73.0	142	224	1.44
平均值	0.206	14.7	156	0.19	49.9	45.4	55.6	96	135	1.22

表 3.2-20 评价海域沉积物质量评价系数

站位	汞	砷	锌	镉	铅	铜	铬	有机碳	硫化物	石油类
D32										
D34										
D36										
D37										
D38										
D39										
D41										
D43										
超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
备注	全部站位执行第三类海洋沉积物质量标准									

注：“ND”表示未检出或低于检出限。

沉积物粒度分析结果见表 3.2-21。

表 3.2-21 沉积物粒度分析

站位	粒度			
	粒级含量 (%)			名称及代号
	砂	粉砂	黏土	
D32				粘土质粉砂 YT
D34				粘土质粉砂 YT
D36				粘土质粉砂 YT
D37				粘土质粉砂 YT
D38				粘土质粉砂 YT

D39				粘土质粉砂 YT
D41				粘土质粉砂 YT
D43				粘土质粉砂 YT

(3) 海洋生物质量

生物质量监测包括鱼类 3 种（汉氏稜鯧、黑棘鲷、黄鳍棘鲷），甲壳类 1 种（近缘新对虾）。调查结果见表 3.2-22，评价指数见表 3.2-23。

① 鱼类

结果显示，所调查的鱼类生物中铜、锌、镉、铬、铅含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”。石油烃含量符合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。

表 3.2-22 评价海域鱼类生物质量调查结果

站位	生物名称	锌	铬	镉	铅	铜	石油烃
		鲜重单位：mg/kg					
D34	汉氏稜鯧						
D39	黑棘鲷						
D41	黄鳍棘鲷						

注：“ND”表示未检出或小于检出限。

表 3.2-23 评价海域鱼类生物质量评价指数

站位	生物名称	锌	铬	镉	铅	铜	石油烃
D34	汉氏稜鯧						
D39	黑棘鲷						
D41	黄鳍棘鲷						

注：“ND”表示未检出或小于检出限。

② 甲壳类

航次调查选取甲壳类 5 个样品进行生物质量分析，主要种类与其调查结果见表 3.2-24，评价指数见表 3.2-25。结果显示，所调查的甲壳类生物中铜、锌、镉、铅和铬的含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生

物质量评价标准”。石油烃含量符合《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。

表 3.2-24 评价海域甲壳类生物质量调查结果

站位	生物名称	锌	铬	镉	铅	铜	石油烃
		鲜重单位: mg/kg					
D32	近缘新对虾-1						
D36	近缘新对虾-2						
D37	近缘新对虾-3						
D38	近缘新对虾-4						
D43	近缘新对虾-5						

注：“ND”表示未检出或小于检出限。

表 3.2-25 评价海域甲壳类生物质量评价指数

站位	名称	锌	铬	镉	铅	铜	石油烃
D32	近缘新对虾-1						
D36	近缘新对虾-2						
D37	近缘新对虾-3						
D38	近缘新对虾-4						
D43	近缘新对虾-5						

注：“ND”表示未检出或小于检出限。

3.2.7 海洋生物生态现状

3.2.7.1 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素浓度范围为 11.1~94.0 mg/m³，平均浓度为 38.0 mg/m³，见表 3.2-26 初级生产力均值为 1377.94 mgC/m²·d（180.19 mgC/m²·d ~2738.93 mgC/m²·d）。

表 3.2-26 叶绿素 a 和初级生产力调查结果

站号	叶绿素 a (mg/m ³)	初级生产力 (mgC/m ² ·d)
D32		
D34		
D36		
D37		

站号	叶绿素 a (mg/m ³)	初级生产力 (mgC/m ² ·d)
D38		
D39		
D41		
D43		
最小值	11.1	180.19
最大值	94.0	2738.93
均值	38.0	1377.94

3.2.7.2 浮游植物

(1) 种类组成

本次调查共鉴定出浮游植物 3 门 18 属 36 种（种类名录见附录 I）。硅藻门种类最多，共 15 属 31 种，占总种类数的 86.11%；甲藻门出现 2 属 4 种，占总种类数的 11.11%；蓝藻门出现 1 属 1 种，占总种类数的 2.78%。出现种类较多的属为硅藻门中的圆筛藻属（10 种），见表 3.2-27。

表 3.2-27 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻门			
甲藻门			
蓝藻门			
总计	18	36	100

(2) 细胞密度及平面分布

浮游植物细胞密度均值为 $310.86 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ （ $51.37 \times 10^3 \text{ cells/m}^3 \sim 925.000 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ），见表 1.1-28。最高值出现在 D39 站，最小值出现在 D32 站。构成细胞密度的主要种为中肋骨条藻，占总密度的 38.16%。

(3) 优势种

调查海域共出现浮游植物优势种 5 种，分别为颗粒沟链藻、圆筛藻、细弱圆筛藻、舟形藻属、中肋骨条藻。

(4) 物种多样性指数

浮游植物水样品的单纯度指数 (C) 均值为 0.241 (0.101~0.642), 多样性指数 (H') 均值为 2.805 (1.153~3.552), 均匀度指数 (J') 均值为 0.756 (0.411~0.888), 丰富度指数 (d) 均值为 2.355 (1.038~3.808), 见表 3.2-28。

表 3.2-28 浮游植物生物量与物种多样性指数值

站位	生物量 ($\times 10^3 \text{cells/m}^3$)	C	H'	J'	d
D32					
D34					
D36					
D37					
D38					
D39					
D41					
D43					
最小值	51.37	0.101	1.153	0.411	1.038
最大值	925	0.642	3.552	0.888	3.808
均值	310.86	0.241	2.805	0.756	2.355

3.2.7.3 浮游动物

(1) 种类组成

共鉴定出浮游动物 22 种 (类), 隶属于 6 门 11 属 (种类名录见附录 II), 以节肢动物门的 (种) 最多, 为 17 种 (类), 占总种数的 77.27%。

(2) 总生物量、总密度及平面分布

调查海域浮游动物密度均值为 405.53 ind/m^3 ($42.38 \sim 1875.00 \text{ ind/m}^3$), D39 站密度最高, D32 站的密度最低。浮游动物生物量平均值为 123.23 mg/m^3 ($10.90 \sim 500.00 \text{ mg/m}^3$), D39 站生物量最高, D32 站的生物量最低, 见表 3.2-29。

表 3.2-29 浮游动物生态特征

站位	密度 (ind./m ³)	生物量 (mg/m ³)
D32		
D34		
D36		
D37		
D38		
D39		
D41		
D43		
最小值	42.38	10.90
最大值	1875.00	500.00
均值	405.33	123.23

(3) 优势种

浮游动物优势种类有 5 种，分别为：刺尾纺锤水蚤、短尾类溞状幼体、六肢幼虫、蔓足类无节幼体以及强额孔雀哲水蚤。六肢幼虫是最主要优势种，优势度高达 0.636，其平均密度为 257.98 ind./m³，占总密度的 63.65%。其次为强额孔雀哲水蚤，优势度和平均密度分别为 0.049 和 26.71 ind./m³，占总密度的 6.59%，见表 3.2-30。

表 3.2-30 浮游动物优势种特征

优势种	Y	平均丰度 (ind./m ³)	丰度占比 (%)
刺尾纺锤水蚤 <i>Acartia spinicauda</i>			
短尾类溞状幼体 <i>Brachyura zoea</i>			
六肢幼虫 <i>Copepoda nauplius</i>			
蔓足类无节幼体 <i>Cirripedia nauplius</i>			

强额孔雀哲水蚤 <i>Pavocalanus crassirostris</i>			
--	--	--	--

(4) 物种多样性指数

浮游动物单纯度指数 (C) 均值为 0.382 (0.210~0.651); 多样性指数 (H') 均值为 1.966 (1.264~2.674), 均匀度指数 (J') 均值为 0.680 (0.399~0.916), 丰富度指数 (d) 均值为 1.357 (0.651~1.868) (表 3-14)。其中, 多样性指数 (H') 以 D36 站最高, D37 最低; 而单纯度指数 (C) 与则反之, 即以 D37 站最高, D41 站最低; 丰富度指数 (d) 以 D32 站最高, D43 站最低; 均匀度指数 J' 则以 D41 站最高, D37 站最低。见表 3.2-31。

表 3.2-31 浮游动物物种多样性指数

站位	C	H'	J'	d
D32				
D34				
D36				
D37				
D38				
D39				
D41				
D43				
最小值	0.210	1.264	0.399	0.651
最大值	0.651	2.674	0.916	1.868
均值	0.382	1.966	0.680	1.357

3.2.7.4 鱼卵仔稚鱼

本次调查的鱼卵定量分析共检出 1 种, 仔稚鱼定量分析共检出 2 种 (定性种类名录见附录 III)。鱼卵仅在 D38、D37、D36 站采集到, 其密度分别为 2.27 ind/m³、10.00 ind/m³、2.78 ind/m³; 仔稚鱼则仅在 D41、D36、D34 站位采集到, 其密度分别为 10.00 ind/m³、2.78 ind/m³、2.38 ind/m³, 详见表 3.2-32 与表 3.2-33。

表 3.2-32 鱼卵种类组成

站位	D32	D34	D36	D37	D38	D39	D41	D43
	单位: ind/m ³							
小公鱼属 <i>Stolephorus sp.</i>								
总计 (ind/m ³)	0	0	2.78	10.00	2.27	0	0	0

表 3.2-33 仔稚鱼种类组成

站位	D32	D34	D36	D37	D38	D39	D41	D43
	单位: ind/m ³							
鲱科 <i>Clupeidae sp.</i>								
鰕虎鱼科 <i>Gobiidae sp.</i>								
总计 (ind/m ³)	0	2.38	2.78	0	0	0	10.00	0

3.2.7.5 底栖生物

(1) 种类组成

定性共鉴定底栖生物 9 门 33 科 41 种 (种类名录见附录 IV), 包括刺胞动物 (2 科 2 种, 种类数占比 4.87%)、棘皮动物 (2 科 2 种, 种类数占比 4.87%)、脊索动物 (2 科 2 种, 种类数占比 4.87%)、节肢动物 (4 科 8 种, 种类数占比 19.51%)、软体动物 (10 科 11 种, 种类数占比 25.83%)、蠕虫动物 (2 科 2 种, 种类数占比 4.87%)、纽形动物 (1 科 1 种, 种类数占比 2.44%)、星虫动物 (1 科 1 种, 种类数占比 2.44%) 以及环节动物 (9 科 12 种, 种类数占比 29.27%)。

(2) 优势种

春季调查的底栖生物中, 优势度在 0.02 以上的优势种有 1 种, 分别为凸壳肌蛤。

(3) 生物量和栖息密度

定量分析中, 底栖生物总栖息密度和总生物量生物量为 1160.00 ind./m² 与 253.36g/m² (表 3.2-34), 其中栖息密度范围为 20.00~120.00 ind./m², 平均值为 77.33ind./m²; 生物量范围为 1.20~49.78 g/m², 平均值为 16.89 g/m²。其中, 栖息密度以软体动物最大 (达 720.00ind./m²), 占总栖息密度的 62.07%, 而蠕虫动物则最小 (仅 40.00ind./m²), 占总栖息密度的 3.45%; 生物量仍以软体动物最大, 为 228.00 g/m², 占总生物量的 89.99%, 而生物量最小的则为棘皮动物, 其生物量仅为 2.18 g/m², 占总

生物量的 0.86%，见表 3.2-34。

表 3.2-34 春季底栖生物栖息密度和生物量分布(单位: 生物量 g/m², 栖息密度 ind./m²)

站位	项目	环节动物	节肢动物	纽形动物	软体动物	星虫动物	合计
D32	栖息密度						6905.00
	生物量						621.10
D34	栖息密度						5.00
	生物量						1.95
D36	栖息密度						5.00
	生物量						0.65
D37	栖息密度						10.00
	生物量						0.75
D38	栖息密度						35.00
	生物量						2.15
D39	栖息密度						5.00
	生物量						0.45
D41	栖息密度						75.00
	生物量						6.80
D43	栖息密度						45.00
	生物量						2.70

(4) 生物量和栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的栖息密度差异较大, 最高栖息密度出现在 D32 站, 为 6905.00 ind./m², 而最低底栖生物栖息密度则出现在 D39、D36 以及 D34 站 (均仅为 5.00 ind./m²); 最高生物量也出现在 D32 站, 为 621.1 g/m²; 最低则为 D39 站位 (仅 0.45 g/m²)。

(5) 物种多样性分析

底栖生物调查中，多样性指数 (H') 均值为 0.961 (0.000-2.790)，均匀度指数 (J') 均值为 0.746 (0.020-1.000)，丰富度指数 (d) 均值为 0.536 (0.000-1.621)，表 3.2-35。

表 3.2-35 底栖动物多样性指数值

站位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J')	丰富度指数 (d)
D32			
D34			
D36			
D37			
D38			
D39			
D41			
D43			
最小值	0.000	0.020	0.000
最大值	2.790	1.000	1.621
平均	0.961	0.746	0.536

注：生物过少的站位 J' 不予计算（用“-”表示）

3.2.7.6 潮间带生物

本项目为盾构法施工海底隧道工程，并没有对水域和海底表层沉积物和潮间带生物产生直接作用，不占用岸线。项目周边开发利用现状主要为深圳湾公园，全部为人工岸线，无潮间带生境，因此本次调查未进行潮间带生物调查。

3.2.8 渔业资源

(1) 调查分析方法

① 调查范围和站位布设

深圳湾海域属于禁渔区，所有捕捞渔船都不能在深圳湾海域捕鱼。根据《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007/14 游泳动物调查）游泳动物的调查网具为拖网（包括底层拖网、变水层拖网、双船底层有翼单囊拖网、单船有翼单囊拖网），而且所有拖网渔船均不能在深圳湾内进行作业，因此，广东海洋大学于 2020 年 9 月（秋季）租用单拖网渔船在深圳湾口的珠江口海域进行了渔业资源调查，具体调查站位及经纬度见图 3.2-17 和表 3.2-36。

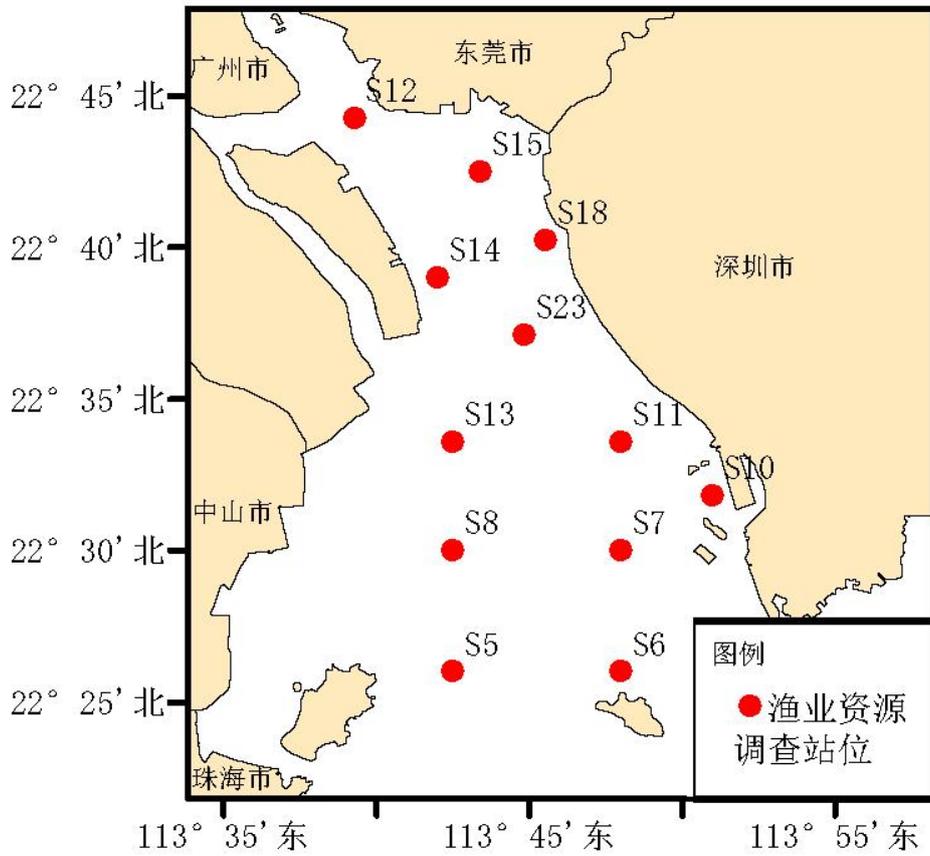


图 3.2-17 2020 年秋季渔业资源调查站位图

表 3.2-36 2020 年秋季渔业资源调查站位经纬度

断面	东经 (E)	北纬 (N)
S3		
S4		
S7		
S9		
S11		
S12		
S13		
S15		
S16		
S17		
S18		
S20		

②调查渔船及参数

租赁“粤东莞 92008”底拖网渔船，该船船长 21.68 米，宽 5.8 米，型深 3.3 m，总吨位为 118 吨，净吨位 41 吨，主机功率 143 kW。网具采用底拖网 1 张，上纲长 25 米，网口网目大 50 mm，网囊目大 30 mm。

③调查方法和样品采集

现场调查采样和分析参照《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6—2007）、《海洋渔业资源调查规范》（SCT 9403-2012）、《海洋生物生态调查技术规程》（国家海洋局 908 专项办公室，2006）中渔业资源调查的要求进行。综合拖速、拖向、流向、流速、风向、风速等多种因素，在距预设站位位置 2 n mile~4 n mile 时放网，起网时正好达到预设站位位置或附近，每站位渔业资源调查的拖网时长在 30 min~1h 之间，拖网时长按照具体地点底质情况、综合进行调整，最后渔获物均换算为单位小时的质量渔获率（kg/h）和个体渔获率（ind./h），因海况等原因，每站拖网时间和拖网速度不一致，在数据分析时统一标准化至 3 kn/h。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。临起网前必须准确测定船位，起网过程中，绞纲机起网速度保持一致，起网时间以开始卷收曳纲的时间为准。如遇严重破网等渔捞事故导致渔获物大量减少时，则重新拖网另外计算。

起网后，将拖网网囊的全部渔获物倒在甲板上，渔获物总质量在 30 kg~40 kg 以下的，全部取样分析，大于 40 kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20 kg 后，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站次准确渔获总质量(kg)，并从中再留取特殊需要的样品，如不同体长组的年龄、胃含物和怀卵量的样品等。继而对渔获物进行分类统计，现场称量，同时完成随机抽样和网次总质量估计工作。

④样品分析和数据处理

A 样品鉴定及分析

各站的渔获样品在现场或带回实验室进行分析和测定，鉴定资料主要包括但不限于《中国海洋鱼类（上、中、下三卷）》（陈大刚、张美昭著）、《中国鱼类系统检索（上、下册）》（成庆泰、郑葆珊等）、《中国海洋生物图集 第八册》（黄宗国、林茂等），并将鉴定出来的种名和拉丁名依照 Nelson 分类系统进行核对，对同种异名等进行更正，确定其分类地位，确定无误后录入 Excel 保存和分析。

B 扫海面积法

鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类、头足类、贝类等渔业资源密度采用底拖网扫海面积法估算。计算公式为：

$$D = \frac{C}{qa}$$

式中：

D ——渔业资源密度，单位为尾/ km^2 或 kg/km^2 ；

C ——平均每小时拖网渔获量，单位为尾/网·h 或 $\text{kg}/\text{网}\cdot\text{h}$ ；

a ——每小时网具取样面积，单位为 $\text{km}^2/\text{网}\cdot\text{h}$ ；

q ——网具捕获率，取值范围为 0~1，本报告中取 0.5。

C 优势度计算方法

对于生物群落结构，不同物种的重要性是不相同的，其生态优势度也具有一定差异。优势种即是具有成功的生态学条件的物种，在此条件下，该物种对其他相联系的物种具有一定的控制能力。本文使用相对重要性指数 IRI (Pinkas, 1971) 来衡量各渔获物类群的生态优势度：

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

N ：某一渔获种类的数量占总渔获数量的百分比（%）

W ：该渔获种类的重量占总渔获质量的百分比（%）

F ：该渔获种类在各站位的渔获物中出现的频率（%）

D 多样性指数

多样性指数可以把物种多度分布所含信息提炼成单一统计量，用于判断群落或生态系统的稳定性。其中，Margalef 种类丰富度指数和 Shannon-Wiener 指数是基于物种数目反映群落结构的复杂程度；Pielou 指数反映群落种类组成的均匀度，是群落的多样性指数和该群落理论上最大多样性指数比。

Margalef 种类丰富度指数： $D = (S - 1)/\log_2 N$

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

Pielou 均匀度指数： $J' = H'/\log_2 S$

式中： n_i 为种 i 的个体数； S 为物种数； N 为全部种的个体总数； P_i 为第 i 个种的多度比例，即 $P_i=N_i/N$ 。

(2) 2020 年秋季调查结果

①总种类分布

2020 年秋季各断面出现的种类情况见表 3.2-37。调查海域内共捕获游泳生物 67 种，其中鱼类 50 种，甲壳类 15 种，头足类 2 种。渔获物种类名录见附录 V。总种类数 S15 断面最高，为 34 种；S20 断面最低，仅 7 种。

表 3.2-37 2020 年秋季各断面出现种类统计

类群	S3	S4	S7	S9	S11	S12	S13	S15	S16	S17	S18	S20	总计
鱼类													
甲壳类													
头足类													
总计	12	18	26	20	21	26	13	34	33	17	22	7	67

注：“-”表示在该断面没有发现

②总渔获率分布

各断面的渔获率见表 3.2-38。各断面渔业资源的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 23.96 kg/h 和 3430 ind/h。其中：鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 21.43 kg/h 和 2860 ind/h。甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.53 kg/h 和 569 ind/h。头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率均小于 0.01 kg/h 和 1 ind/h。各断面重量渔获率从高到低依次为 S18>S16>S11>S4>S15>S3>S9>S12>S13>S20>S7>S17。各断面个体渔获率从高到低依次为 S18>S16>S15>S11>S3>S9>S12>S7>S4>S13>S17>S20。

表 3.2-38 2020 年秋季各断面游泳生物总渔获率

断面	渔获率(kg/h)				个体渔获率(ind./h)			
	鱼类	甲壳类	头足类	总计	鱼类	甲壳类	头足类	总计
S3								
S4								
S7								
S9								
S11								
S12								
S13								
S15								
S16								
S17								
S18								
S20								
平均	21.43	2.53	<0.01	23.96	2860	569	<1	3430

注：“-”表示在该断面没有发现

③总资源密度

各断面的资源密度见图 3.2-18，图 3.2-19 和表 3.2-39。秋季各断面渔业资源的平均重量密度和个体密度分别为 517.48 kg/km² 和 74087 ind/km²。其中鱼类平均重量密度和个体密度分别为 462.78 kg/km² 和 61781 ind/km²；甲壳类平均重量密度和个体密度分别为 54.64 kg/km² 和 12299 ind/km²；头足类平均重量密度和个体密度分别为 0.06 kg/km² 和 7 ind/km²。各断面重量密度从高到低排列依次为 S18>S16>S11>S4>S15>S3>S9>S12>S13>S20>S7>S17，各断面个体密度从高到低排列依次为 S18>S16>S15>S11>S3>S9>S12>S7>S4>S13>S17>S20。

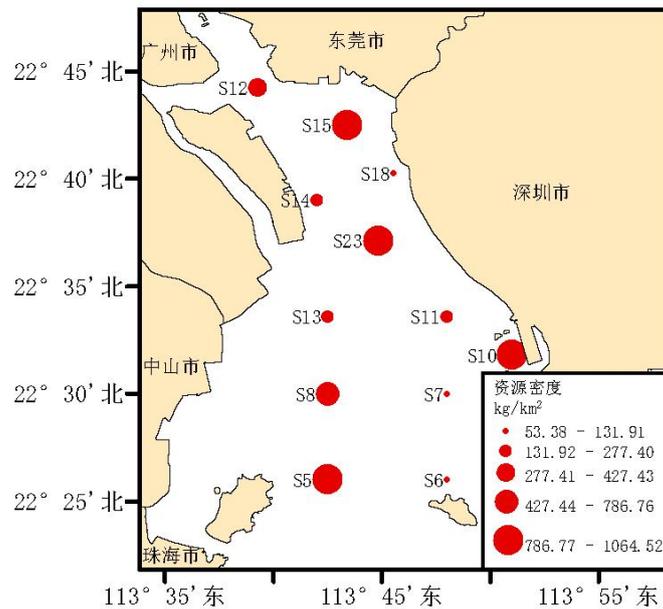


图 3.2-18 2020 年秋季渔业资源密度图

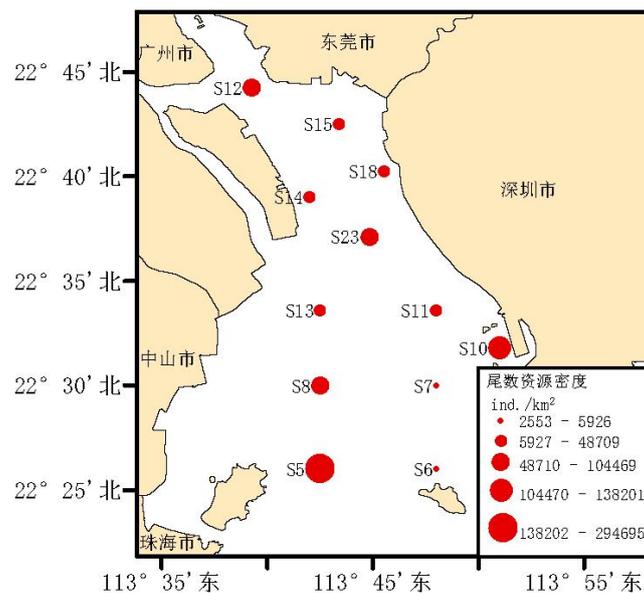


图 3.2-19 2020 年秋季渔业资源尾数资源密度图

表 3.2-39 2020 年秋季各断面游泳生物资源密度

断面	资源密度(kg/km ²)				个体资源密度(ind./km ²)			
	鱼类	甲壳类	头足类	总计	鱼类	甲壳类	头足类	总计
S3								
S4								
S7								
S9								
S11								
S12								
S13								
S15								
S16								
S17								
S18								
S20								
平均	462.78	54.64	0.06	517.48	61781	12299	7	74087

注：“-”表示在该断面没有发现

④资源状况

A 鱼类资源状况

i. 鱼类种类组成

各断面鱼类种类数见表 3.2-40。秋季调查共捕获鱼类 50 种，隶属于 10 目 23 科 38 属，其中以鲈形目最多，为 11 科 21 属 26 种；其次为鲱形目，有 3 科 6 属 12 种；其余目鱼类种类数在 1-2 种之间。各断面的鱼类种类数在 6-26 之间，S15 和 S16 断面鱼类种类数最高，S20 断面鱼类种类数最低。

表 3.2-40 2020 年秋季各断面鱼类种类数

断面	S3	S4	S7	S9	S11	S12	S13	S15	S16	S17	S18	S20	总计
鱼类													50

ii. 秋季鱼类资源密度估算

各断面鱼类资源密度见表 3.2-41。调查海域鱼类资源的平均重量资源密度和平均个

体资源密度分别为 462.78 kg/km² 和 61781 ind./km²。重量资源密度和个体资源密度均以 S18 断面最高，为 1061.69 kg/km² 和 294290 ind./km²，重量资源密度以 S17 断面最低，为 45.60 kg/km²，尾数资源密度以 S20 最低，为 2356 ind./km²。

表 3.2-41 2020 年秋季各断面鱼类资源密度

断 面	S3	S4	S7	S9	S11	S12	S13
重量资源密度(kg/km ²)							
个体资源密度(ind./km ²)							
断 面	S15	S16	S17	S18	S20	平均	
重量资源密度(kg/km ²)						462.78	
个体资源密度(ind./km ²)						61781	

iii. 鱼类优势种

鱼类 IRI 指数见表 3.2-42。从表 3.2-17 可以看出，秋季鱼类 IRI>1000 的优势种有 5 种，分别为颈斑鲷、棘头梅童鱼、黑尾小沙丁鱼、凤鲚和黑口鲷。这 5 种鱼类其重量渔获率之和为 151.08 kg/h，占鱼类总重量渔获率的 58.76%；这 5 种鱼类其个体渔获率之和为 30281 ind./h，占鱼类总个体渔获率的 88.22%。

表 3.2-42 2020 年秋季调查鱼类 IRI 指数

种 名	出现频率	渔获重量		渔获尾数		IRI
	(%)	(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
颈斑鲷						
棘头梅童鱼						
黑尾小沙丁鱼						
凤鲚						
黑口鲷						
鲷						
赤鼻棱鲉						
镰鲷						
中华海鲷						
鲷						
中颌棱鲉						
黄吻棱鲉						
海鳗						
中华小公鱼						
线纹鳗鲡						
条纹叫姑鱼						
皮氏叫姑鱼						
眶棘双边鱼						

种 名	出现频率		渔获重量		渔获尾数		IRI
	(%)	(%)	(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
银鲳							
孔虾虎鱼							
大鳞鲛							
燕尾鲳							
拉氏狼牙虾虎鱼							
玫瑰毒鲉							
黄鳍东方鲀							
弓斑东方鲀							
弯棘鲛							
丽叶鲛							
宽尾斜齿鲨							
黑斑多指马鲛							
汉氏棱鯧							
花鲛							
丝鳍斜棘鲛							
灰鲳							
巴布亚沟虾虎鱼							
魮							
黄斑篮子鱼							
褐篮子鱼							
斑鲛							
半花黄姑鱼							
中线天竺鲷							
绿斑缙虾虎鱼							
居氏银鱼							
湾鲷							
鳌头鲉							
龙头鱼							
裘氏小沙丁鱼							
斑鳍银姑鱼							
中华栉孔虾虎鱼							
钟馗虾虎鱼							

iv. 主要经济鱼类生态特征

颈斑鲷 *Nuchequula nuchalis*

颈斑鲷隶属于鲈形目鲷科项鲷属，俗名金钱仔、树叶仔、花令仔、石威等：。分布于台湾海峡、南海和西北太平洋。颈斑鲷生活在近岸和河口的泥底质的水域，喜集群，通常在水上层活动。以小型浮游生物为食，繁殖期在 6~7 月。

棘头梅童鱼 *Collichthys lucidus*

棘头梅童鱼隶属于鲈形目、石首鱼科、梅童鱼属，俗名：黄皮、鲷头鱼、馒头鱼、

梅子等。分布于西太平洋区，包括中国、朝鲜西海岸、日本、菲律宾。我国沿海均有分布。棘头梅童鱼属于暖水性中下层鱼类，栖息于沙泥底质中下层水域，以毛虾等小型甲壳类动物为食。终年可捕获，4-6月和9-10月为渔汛旺期。

黑尾小沙丁鱼 *Sardinella melanara*

黑尾小沙丁鱼，属鲱形目、鲱科、鲱属。国内分布东起台湾，西至海南三亚；世界范围东起非洲东岸、红海，西至印度尼西亚，北起中国台湾，南至澳大利亚均有分布。为栖息在海洋、近岸的小型鱼类，体长通常 100 mm，最大体长为 122 mm。

凤鲚 *Coilia mystus*

凤鲚隶属于鲱形目、鲚科、黄鲫属，俗名：凤尾鱼、河刀鱼、青鲚、子鲚、刀鱼等。分布于印度洋北部沿海，东至中国、朝鲜、日本，南至印度尼西亚。我国沿海均产之。凤鲚属于河口洄游性鱼类，主要以浮游甲壳类为食。产卵期为 5~7 月，性成熟亲鱼游抵河口产卵，怀卵量 0.5 万~2.0 万粒。

黑口鳐 *Ilisha melastoma*

黑口鳐属鲱形目、锯腹鳐科、鳐属，俗名：短鳐、印度鳐、圆眼仔等。分布于我国福建、广东、海南近海，山东海域也有分布，以及新加坡海域、印度海域等。黑口鳐为暖水性浅海中上层鱼类，繁殖期在 5~6 月，体长 13.5 cm 即性成熟，大型个体体长约 25.6 cm。以虾类、蟹类、沙蚕和小鱼为食。

B 甲壳类资源状况

i. 甲壳类种类组成

甲壳类种类数见表 3.2-43。秋季共捕获甲壳类 15 种，隶属于 2 目 7 科 12 属，其中以对虾科最多（5 种），其次为梭子蟹科和虾蛄科（3 种），其余科均为 1 种。各断面的甲壳类种类数在 1-9 之间，S11 断面甲壳类种类数最高，S13 和 S20 断面甲壳类种类数最低。

表 3.2-43 2020 年秋季各断面甲壳类种类数

断面	S3	S4	S7	S9	S11	S12	S13	S15	S16	S17	S18	S20	总计
甲壳类													15

ii. 甲壳类资源密度估算

甲壳类资源密度评估结果见表 3.2-44。调查海域内平均重量资源密度为 54.61 kg/km²，重量资源密度最高出现于 S11 断面，为 194.92 kg/km²；重量资源密度最低值出现在 S13 断面，为 0.25 kg/km²。

调查海域内平均个体资源密度为 12299 ind./km²,个体资源密度最高出现于 S11 断面,为 49406 ind./km²; 个体资源密度最低值出现在 S13 断面,为 123 ind./km²。

表 3.2-44 2020 年秋季各断面甲壳类资源密度

断面	重量资源密度(kg/km ²)				个体资源密度(ind./km ²)			
	蟹类	虾类	虾蛄类	总计	蟹类	虾类	虾蛄类	总计
S3								6975
S4								6200
S7								5022
S9								20316
S11								49406
S12								16358
S13								123
S15								12959
S16								27620
S17								2049
S18								364
S20								196
平均	26.54	27.91	0.19	54.61	1237	11038	25	12299

注：“-”表示在该断面没有发现

iii. 甲壳类优势种

甲壳类 IRI 指数见表 3.2-45。秋季甲壳类 IRI>1000 的优势种有 3 种,分别为近缘新对虾、近亲蛄和锯缘青蟹。这 3 种甲壳类其渔获重量之和为 28.83 kg/h, 占甲壳类总渔获重量的 94.96 %; 这 3 种甲壳类其渔获个体之和为 6145 ind/h, 占甲壳类总渔获个体的 89.91 %。

表 3.2-45 2020 年秋季调查甲壳类 IRI 指数

种 名	出现频率	渔获重量		渔获个体		IRI
	(%)	(kg)	(%)	(ind)	(%)	
近缘新对虾						
近亲蛄						
锯缘青蟹						
沙栖新对虾						
亨氏仿对虾						
周氏新对虾						
字纹弓蟹						

种 名	出现频率	渔获重量		渔获个体		IRI
	(%)	(kg)	(%)	(ind)	(%)	
格氏平虾蛄						
脊尾白虾						
印度对虾						
断脊小口虾蛄						
变态螳						
口虾蛄						
鲜明鼓虾						
中华管鞭虾						

iv. 主要甲壳类生态特征

近缘新对虾 *Metapenaeus affinis*

近缘新对虾，又称中虾，隶属于软甲纲、十足目、对虾科、新对虾属。栖于泥底质海域。分布于阿拉伯海至马来群岛，以及中国的台湾、广东沿海。在东南亚为重要捕捞对象，马来西亚等国有养殖。

近亲螳 *Charybdis affinis*

近亲螳，隶属于节肢动物门、软甲纲、十足目、梭子蟹科、螳属。主要栖息于沙质或泥沙质的浅海地区，分布于我国台湾岛及广东、广西等地，在泰国、新加坡、印度尼西亚和印度等国均有分布。

锯缘青蟹 *Scylla serrata*

锯缘青蟹，俗称青蟹、朝蟹、红膏蟹，隶属于节肢动物门、软甲纲、十足目、梭子蟹科、青蟹属。喜栖于泥质底浅海。我国浙江、福建、广东、海南岛等地沿海均产。分布于中国、日本、东南亚各国、澳大利亚及新西兰沿海到红海及非洲东、南部，整个太平洋至印度洋区。在中国多分布于长江口以南，在日本分布在相模湾以南的近岸或河口附近。喜穴居，性凶猛，主食鱼、虾、贝类。

C 头足类资源状况

i. 头足类种类组成

秋季调查仅捕获头足类 2 种，隶属于 2 科 2 属。分别为杜氏枪乌贼和曼氏无针乌贼。出现断面分别为 S7 和 S81 断面。

ii. 秋季头足类资源密度估算

秋季头足类资源密度评估结果见表 3.2-46。调查海域内平均重量资源密度小于 0.01

kg/km²,头足类仅出现于 S7 和 S18 断面,重量资源密度分别为 0.59 kg/km² 和 0.14 kg/km²。秋季调查海域内平均个体资源密度小于 1 ind./km², S7 和 S18 断面个体资源密度均为 40 ind./km²。

表 3.2-46 2020 年秋季各断面头足类资源密度

断面	S3	S4	S7	S9	S11	S12	S13
重量资源密度(kg/km ²)							
个体资源密度(ind./km ²)							
断面						平均	
重量资源密度(kg/km ²)						<0.01	
个体资源密度(ind./km ²)						<1	

注：“-”表示在该断面没有发现

⑤ 群落多样性水平

A 鱼类群落多样性水平

秋季调查海域鱼类群落多样性指数见表 3.2-47。各断面多样性指数 (H') 的变化范围为 0.63~2.15 之间, 平均值为 1.47。均匀度指数 (J') 的变化范围为 0.15~0.57 之间, 平均值为 0.39。丰富度指数 (D) 的变化范围为 0.69~2.07 之间, 平均值为 1.37。

表 3.2-47 2020 年秋季各断面鱼类多样性指数

断面	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J')	丰富度指数 (D)
S3			
S4			
S7			
S9			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
平均	1.47	0.39	1.37

B 甲壳类群落多样性水平

调查海域甲壳类群落多样性指数见表 3.2-48。各断面多样性指数 (H') 的变化范围为 0.30~1.16 之间, 平均值为 0.72。均匀度指数 (J') 的变化范围为 0.15~0.59 之间,

平均值为 0.31。丰富度指数 (D) 的变化范围为 0.24~0.89 之间, 平均值为 0.56。

表 3.2-48 2020 秋季各断面甲壳类群落多样性指数

断 面	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J')	丰富度指数 (D)
S3			
S4			
S7			
S9			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
平均	0.72	0.31	0.56

注: “-”表示多样性无法计算

C 总多样性水平

调查海域渔业资源群落多样性指数见表 3.2-49。各断面多样性指数 (H') 的变化范围为 0.93~3.33 之间, 平均值为 2.46。均匀度指数 (J') 的变化范围为 0.21~0.83 之间, 平均值为 0.59。丰富度指数 (D) 的变化范围为 0.87~2.70 之间, 平均值为 1.78。

表 3.2-49 2020 年秋季各断面渔业资源群落多样性指数

断 面	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J')	丰富度指数 (D)
S3			
S4			
S7			
S9			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
平均	2.46	0.59	1.78

⑥ 渔业资源幼体比例

所谓幼体是指其长度（体长、叉长、肛长、胴长、体盘宽、头胸甲长、甲宽）小于最小性成熟长度（体长、叉长、肛长、胴长、体盘宽、头胸甲长、甲宽）的个体。长度测量标准是：鱼类中的鳗鲡目和鲈形目带鱼科种类为肛长；软骨鱼类中的鳐、魮类为体盘宽；底层近底层鱼类为体长；中上层鱼类为叉长；头足类为胴长；虾类、虾蛄类为头胸甲长；蟹类为甲宽。根据这一标准来计算调查海域渔业资源幼体所占的比例。

秋季调查海域各断面渔业资源幼体所占比例见表 3.2-50。各断面幼体比例的变化范围为 42.013%-63.89%，平均比例为 56.98%。鱼类幼体比例变化范围为 41.67%-67.67%，平均值为 57.30%。甲壳类幼体比例变化范围为 45.92%-100.00%，平均值为 55.38%。

表 3.2-50 2020 年秋季各断面渔业资源幼体所占比例

断面	鱼类	甲壳类	总计
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S17			
S18			
S20			
S3			
S4			
S7			
S9			
平均	57.30%	55.38%	56.98%

3.2.9 海洋生态环境调查结论

(1) 水质

评价结果显示，水体中溶解氧、镉、总铬、砷、石油类等含量均符合第一类海水水质标准；全部站位的 pH 值、铜、铅、汞等含量符合第二类海水水质标准；全部站位的锌含量符合第四类海水水质标准。根据《广东省海洋功能区划》的要求，水体中溶解氧、镉、总铬、砷、pH 值、铜、铅、汞以及锌等指标均满足区划的要求；而化学需氧量、活

性磷酸盐、无机氮则均存在不同程度的超标现象：其中，化学需氧量超标率为 25.0%、活性磷酸盐超标率为 50.0%、无机氮超标率为 91.7%，而且三项指标的超标站位基本集中在 D43~D39 站之间，该站位群所属区域为深圳湾内湾区域，区域沿岸存在市政排污口，且内湾水动力较弱，促使内、外湾水体交换缓慢，水体污染物无法有效迁移，导致深圳湾内湾区域的化学需氧量、活性磷酸盐以及无机氮含量较高。

(2) 沉积物

结果表明，硫化物、油类、铬、铜、镉、汞、砷、铅以及有机碳等全部指标的含量均符合第三类海洋沉积物质量标准。综上，本次沉积物调查的各个指标达标率分别为：铜（100%）、锌（100%）、铅（100%）、镉（100%）、汞（100%）、砷（100%）、铬（100%）、总有机碳（100%）、油类（100%）、硫化物（100%），均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

(3) 生物体质量

结果显示，所调查的鱼类生物中铜、锌、镉、铬、铅和石油烃的含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”；所调查的甲壳类生物中铜、锌、镉、铅和石油烃的含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”。

(4) 海洋生态

1) 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素浓度范围为 11.1~94.0 mg/m³，平均浓度为 38.0 mg/m³，见表 3-5。初级生产力均值为 1377.94 mgC/m²·d（180.19 mgC/m²·d ~2738.93 mgC/m²·d）。

2) 浮游植物

本次调查共鉴定出浮游植物 3 门 18 属 36 种，浮游植物细胞密度均值为 $310.86 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ （ $51.37 \times 10^3 \text{ cells/m}^3 \sim 925.000 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ）。共出现浮游植物优势种 5 种，分别为颗粒沟链藻、圆筛藻、细弱圆筛藻、舟形藻属、中肋骨条藻。浮游植物水采样品的单纯度指数 (C) 均值为 0.241（0.101~0.642），多样性指数 (H') 均值为 2.805（1.153~3.552），均匀度指数 (J') 均值为 0.756（0.411~0.888），丰富度指数 (d) 均值为 2.355（1.038~3.808）。

3) 浮游动物

共鉴定出浮游动物 22 种(类)，隶属于 6 门 11 属。密度均值为 405.53 ind/m³（42.38~1875.00 ind/m³），生物量平均值为 123.23 mg/m³（10.90~500.00 mg/m³）；调查海域

共有优势物种 5 种，分别为：刺尾纺锤水蚤、短尾类溞状幼体、六肢幼虫、蔓足类无节幼体以及强额孔雀哲水蚤。该海域的浮游动物单纯度指数 (C) 均值为 0.382 (0.210~0.651)；多样性指数 (H') 均值为 1.966 (1.264~2.674)，均匀度指数 (J') 均值为 0.680 (0.399~0.916)，丰富度指数 (d) 均值为 1.357 (0.651~1.868)。

4) 鱼卵仔稚鱼

本次调查的鱼卵定量分析共检出 1 种，仔稚鱼定量分析共检出 2 种。鱼卵仅在 D38、D37、D36 站采集到，其密度分别为 2.27 ind/m³、10.00 ind/m³、2.78 ind/m³；仔稚鱼则仅在 D41、D36、D34 站位采集到，其密度分别为 10.00 ind/m³、2.78 ind/m³、2.38 ind/m³。

5) 底栖生物

定性共鉴定底栖生物 9 门 33 科 41 种，包括刺胞动物 (2 科 2 种，种类数占比 4.87%)、棘皮动物 (2 科 2 种，种类数占比 4.87%)、脊索动物 (2 科 2 种，种类数占比 4.87%)、节肢动物 (4 科 8 种，种类数占比 19.51%)、软体动物 (10 科 11 种，种类数占比 25.83%)、蠕虫动物 (2 科 2 种，种类数占比 4.87%)、纽形动物 (1 科 1 种，种类数占比 2.44%)、星虫动物 (1 科 1 种，种类数占比 2.44%) 以及环节动物 (9 科 12 种，种类数占比 29.27%)。底栖生物总栖息密度和总生物量生物量为 1160.00 ind./m² 与 253.36 g/m²，其中栖息密度范围为 20.00~120.00 ind./m²，平均值为 77.33 ind./m²；生物量范围为 1.20~49.78 g/m²，平均值为 16.89 g/m²。多样性指数 (H') 均值为 0.961 (0.000-2.790)，均匀度指数 (J') 均值为 0.746 (0.020-1.000)，丰富度指数 (d) 均值为 0.536 (0.000-1.621)。

(5) 渔业资源

2020 年秋季调查海域内共捕获游泳生物 67 种，其中鱼类 50 种，甲壳类 15 种，头足类 2 种。总种类数 S15 断面最高，为 34 种；S20 断面最低，仅 7 种。各断面渔业资源的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 23.96 kg/h 和 3430 ind/h。其中：鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 21.43 kg/h 和 2860 ind/h。甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.53 kg/h 和 569 ind/h。头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率均小于 0.01 kg/h 和 1 ind/h。各断面渔业资源的平均重量密度和个体密度分别为 517.48 kg/km² 和 74087 ind/km²。其中鱼类平均重量密度和个体密度分别 462.78 kg/km² 和 61781 ind/km²；甲壳类平均重量密度和个体密度分别为 54.64 kg/km² 和 12299 ind/km²；头足类平均重量密度和个体密度分别为 0.06 kg/km² 和 7 ind/km²。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

本项目的论证等级为二级论证，采用盾构法施工，对生态损害较小，不需要开展生态评估。

4.2 资源影响分析

4.2.1 项目用海对岸线资源和空间资源的影响分析

本项目为海底隧道工程，不占用海岸线资源，下穿越岸线 52 米。

本项目工程建设海底隧道占用了海底空间资源，改变了海床属性，但同时可兼容港池用海、旅游娱乐用海等开放式用海，有利于立体用海，优化空间布局，海陆统筹，充分利用海域空间资源，使周边海洋空间开发活动更加集约用海。

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次的，其特点决定了该海域是多功能区。该海底隧道项目占用海域的主导功能是港口航运区。因此，项目的建设永久占用一部分海域空间资源，对海域空间资源的其他开发活动具有完全排他性。

4.2.2 项目用海对海洋生物资源损耗分析

本项目在施工期间由于堆放和输运弃泥的水土流失、泥浆池和储备池泥浆洒落，仅在始发井和接收井周围局部海域可产生悬浮物污染，然而，在采取适当管理措施的情况下，可控制入海悬浮物总量，入海悬浮物总量将很少，且其施工期仅 8 个月，因此，本项目在施工期对海洋生物资源的损耗量将很小，施工结束后，海洋生物资源将会很快得到恢复。建议业主单位在项目施工期间制定严格规范的施工措施和管理制度，严防产生较大的环境污染事故，使海洋生物资源的损耗控制在最小的范围内。另外，项目建成后，用海海域既无永久性占用海洋空间的构筑物，也无破坏海洋底栖生物的海床、岸滩开挖，故本项目在营运期对海洋生物资源无损害影响。

总之，由于本项目采用盾构法施工工艺，无表层海床开挖或航道疏浚作业，不破坏水体和沉积物原有环境质量，不改变水体中浮游生物、游泳动物以及沉积物中底栖生物的栖息环境，因此隧道开挖对项目所在海域海洋生物生存、繁殖及洄游等没有影响，不引起该海域海洋生物资源的损失。

4.2.3 项目用海对港口航道的影响分析

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020年），拟建项目工程位于深圳湾保留区。项目工程建设的海底隧道采用盾构法施工工艺，无表层海床开挖或航道疏浚作业，隧道离海底表面 18.94m 以上，隧道上方不设置其他构筑物。因此，项目建设不涉及海水和海底浅层，不会对该海域港口船舶的正常通航以及周边码头船舶的停靠产生影响。

4.2.4 项目用海防洪影响的影响分析

深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程涉海段采用的盾构隧道方案不占用任何水域，对深圳湾海域及工程附近海域的潮位基本无影响，工程建成后，深圳湾海域及工程附近海域的潮位不变。可见，本工程建设对深圳湾海域及工程附近海域的行洪安全基本无影响。

深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程工程建成后，深圳湾近岸流速基本不变，不会对现有海堤造成冲刷。因此，项目工程建设不会对现有防洪工程产生不利的影响。

4.3 生态影响分析

4.3.1 项目用海对水动力环境影响分析

13 号线二期（南延）工程由一期工程深圳湾口岸站站后引出，下穿望海路和西通排洪渠后转向西南敷设，于深圳湾公园内设日出剧场站，出站后跨越规划望海路地下快速路后从深圳湾口岸东侧绕行，下穿深圳湾公路大桥后，经 2 号线出入线南侧进入规划歌剧院北侧、望海路下方设歌剧院站，出站后折向西北下穿蛇口山公园，终于蛇口广场设东角头站与 2 号线换乘。线路全长约 4.1km，共设站 3 座，平均站间距 1.367km，最大站间距 1.624km（日出剧场站至歌剧院站），最小站间距 0.993km（东角头站至歌剧院站）。

歌剧院站~日出剧场站，长 1409m，区间临近海边，主要穿越深圳湾公园、望海路。区间出歌剧院站后，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线车辆段出入段线区间，水平净距约 18.25m；下穿前海河，隧道埋深高程范围-28.55m 至-19.29m（当地理论最低潮面），隧道左线涉海段长 47.4m，隧道右线涉海段长 93.8m。

盾构施工段的隧道将直接穿越海底，并与海床表面预留一定距离，因此对工程区域水动力不产生影响，海水交换能力、纳潮量无变化。

4.3.2 项目用海对地形地貌和冲淤环境影响分析

深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程海底段所采用的盾构隧道方案不占用过流断面，整个海底隧道施工过程均位于海底以下，顶部距离海底一定距离，利用盾

构机进行掘进，海底会有一些的沉降，正常情况下沉降值较小（一般在 1-2 cm 左右），相对于海水水深可以忽略，同时在海底以上无构筑物等工程设施及建筑，不改变海底地形，不会对水动力环境和冲淤环境造成明显影响。

4.3.3 项目用海对水质和沉积物环境影响分析

该项目用海对水体和沉积物环境的影响主要表现在施工期和运营期。

（1）水质环境影响分析

本项目采用盾构法进行施工，工程正常施工均位于海底以下，竖向距离 18.94m，不接触海水，不会对海水水质环境造成影响。施工期产生的生活污水和施工过程产生的废水均集中收集处理，不排放入海，不会对海水水质环境造成影响。运营期，项目自身不产生污水，不会对海洋水质环境造成影响。

（2）沉积物环境影响分析

海底隧道需要从海底通过，项目施工过程将破坏一定的沉积底土。根据项目施工期水环境影响分析结果，施工期本项目产生的废水将不会带来明显的水污染影响，施工机械产生的油污水经收集后由有资质的单位接收处理。因此，基本不会对海洋沉积物环境质量产生影响。

隧道建设后，隧道内少量渗漏水或消防、冲洗水由废水泵房集中抽排至地面市政管网。管理中心产生的工作人员办公生活污水及路面清洁时产生的少量废水一起排入市政污水管网。本项目管理中心产生的生活垃圾集中收集运至垃圾处理站处理。因此运营期基本不会对海洋沉积物环境产生影响。

4.3.4 项目用海生态环境影响分析

本项目为海底隧道用海，涉海段工程采用盾构法施工，盾构机工作从始发井（歌剧院站）开始，下穿后海河口海域后进入接收井（日出剧场站），完成盾构施工。海底隧道建成后，为地铁运输专用通道，项目用海在运营期不会对海洋环境产生影响，其影响主要存在于施工期。施工期间，海洋环境影响因素主要有：泥浆池的泥浆洒落；由始发井和接收井开挖产生的弃土堆放、盾构推进中挖掘出的弃土堆放所造成的水土流失；施工人员吃饭、洗衣、洗澡和粪便等过程产生的生活污水；施工过程中产生的运输车清洗废水、施工排水及清洗废水、施工现场的油料渗漏及施工中更换的废油等；施工期施工器械震动产生的噪声；施工队伍产生的生活垃圾，施工过程产生的弃渣和建筑垃圾。

本项目施工期间将采取一系列环境保护措施，如：为避免泥浆泄露进入海洋环境，施工单位在施工时做好泥浆池、管道、储浆箱的密闭工作，避免发生钻孔泥浆污染海域情况；施工期间产生的弃土全部收集至集土坑，并设置晒土场，集土坑的泥转移到晒土

场晾晒后再外运；施工生活污水由环保厕所和化粪池收集后由吸粪车定期清运至污水处理厂处理；食堂排放的含有大量食物残渣及动植物油污水设置隔油隔渣池对其进行预处理；设立塑料垃圾桶对生活垃圾进行收集，并定期交城市环卫部门处理；清洗废水、施工排水经沉淀池沉淀悬浮物后排放，含油废水经回收处理。

由此可看出，本项目施工过程中对海洋生态系统的影响主要为弃土堆放、晾晒时产生的悬浮物和施工器械震动产生的噪声。

(1) 对占用海域生态稳定性的影响分析

本项目用海方式为海底隧道用海，海域中使用盾构法进行施工，管道至海底表面距离约 18.94m。海洋生物的分布范围主要在水层和 40 cm 以上的海底沉积物内，底土下 40 cm 底栖生物活动较少，盾构法施工不会对海洋生物产生直接的影响。仅在发生突发性塌陷事故才会而造成海底底栖生物被填埋而影响用海海域生态的稳定性。但突发性事故的发生机率很小，因此本项目对占用海域生态稳定性影响很小。

(2) 对浮游生物和游泳生物的影响分析

由于盾构隧道的始发井、接收井距离海域较近，其开挖产生的弃土堆放与盾构推进中挖掘出的弃土堆放会在降雨天气的影响下，造成水土流失；此外，当把集土坑的泥转移到晒土场进行晾晒的时候，亦会发生一定量的水土流失。水土流失可能少量进入附近海域，影响周围用海环境的悬浮物含量，影响项目附近海域的水质环境，从而对浮游生物造成一定影响。一方面，施工海域内局部海水悬浮物含量的增加，将引起施工海域内局部海水的浑浊，水体透明度下降，阳光透射率下降，加之悬浮物中释出有机物的氧化分解，消耗水体中的氧气，溶解氧含量降低，对浮游植物的光合作用产生负面影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，导致单位水体浮游植物数量降低，局部水域内初级生产力水平和生物多样性下降，优势种和群落结构发生变化。另一方面，施工海域内局部海水悬浮物含量的增加，将引起透光度降低，会改变靠光线强弱而进行垂直迁移的某些浮游动物的生活规律。悬浮颗粒还会粘附在浮游动物体表，干扰其正常的感觉功能，有些粘附甚至可引起表皮组织的溃烂。另外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，还会对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用；过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300 mg/L 以上时，这种危害特别明显，而在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。即使悬浮物足够小得可被吞食摄入体内，也会造成滤食性浮游动物内部消化系统的紊乱。

本项目始发井、接收井开挖面积小，晾晒泥土的总体流失量也不大，而浮游生物群落也可重新建立，有资料表明，其重新建立的时间只需几周，因此本项目在施工期对浮

游生物的影响很小。

①对海洋珍稀水生生物的影响分析

中华白海豚于 1988 年被列为国家一级重点保护的濒危野生动物，而珠江口（包括香港水域）是我国目前中华白海豚种群最密集的海区，珠江口北端、深圳湾口西南还设有珠江口中华白海豚自然保护区。中华白海豚利用其声纳系统发出声信号，遇到物体产生回声，从而帮助其准确的测量水深、识别海底性质、沉没物体的大小和性质、测量海岸距离，并能分辨出鱼类、软体动物、甲壳类等各种食物。其发出的声音，除用于回声定位外，还用于相互间的通讯联系。因此，嘈杂的机械噪声对海豚的音波传递会造成干扰，以致它们无法准确判断环境的威胁和适合自己的饵料。

本项目用海位于深圳市深圳湾前海河口海域，水深较浅，与珠江口中华白海豚自然保护区距离大于 15km，并不是珍稀水生生物中华白海豚的主要栖息区域和保护区范围。由于项目用海海域水深仅为 5m，且开发利用活动较密集，目前未发现中华白海豚进入本工程附近海域活动，本项目施工期产生的噪声不会对中华白海豚造成不利影响。

②项目用海对底栖生物栖息环境的影响分析

本项目的实施为位于离海底表面 18.94m 以深的岩土层内，所采用的施工方法为盾构法，在正常情况下不会对底栖生物产生直接的伤害，只是在始发井、接收井和联络通道开挖区周围的海域水中悬浮物有可能会有所增加，但这些悬浮物量较少，而且是短期和暂时的，因此悬浮物的增加也不会对底栖生物产生较大的影响。仅在发生突发性塌陷事故时才会造成用海底栖生物被填埋，而每年事故发生率很低，因此项目用海对底栖生物栖息环境影响很小。

③项目用海对生物产卵海域的影响分析

项目实施海域位于珠江口东侧，为众多鱼、虾、贝、藻类等水产品种的繁育场所。根据中国水产科学研究院南海水产研究所和中国科学院南海研究所的资料，在珠江口伶仃洋一带水域，全年都有鱼类产卵繁殖。其中 3-4 月和盛夏 8 月分别出现鱼卵仔鱼密集高峰期，其中最多的是鲷科（Sparidae）的黄鳍鲷、平鲷等；其次是鯷科（Engraulidae）的七丝鲚、风鲚、尖吻小公鱼等；再次为鲱科（Clupeidae）的圆腹鲱等。此外，还有石首鱼科（Sciaenidae）的棘头梅童鱼、白姑鱼、大黄鱼等。除鱼类外，还有中国对虾、墨吉对虾等几种虾类和一些经济贝类的幼体。由于本项目总用海面积为 0.2249 公顷，项目施工采用盾构法在海底进行，工作井施工等产生的弃渣和泥浆以及各类污废水等均不排放入海，不会引起悬浮物的增加，不会对海域鱼类及其产卵繁殖造成影响。

④项目用海对生物种类和数量的影响分析

本项目为修建海底隧道，涉海段采用盾构法施工，并没有对水域和海底表层沉积物产生直接作用，施工期产生的弃渣和泥浆以及各类污废水等均不排放入海，不会引起悬浮物的增加，项目用海不会对水域生物种类和数量造成影响。

隧道建设后，隧道内少量渗漏水或消防、冲洗水由废水泵房集中抽排至地面市政管网，雨水由雨水泵房集中抽排至地面市政管网。管理中心路面清洁时产生的少量废水通过水泵抽到陆域一起排入市政污水管网。营运期间仅在发生塌陷的突发性事故时才会对水域生物种类和数量产生影响，而突发性事故发生的机率很小。因此，营运期本项目用海对水域生物种类和数量的影响很小。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。深圳市城市轨道交通 13 号线（南延）线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.067km，设站 3 座，平均站间距 1.3km。本项目位于歌剧院站与日出剧场站之间，采用盾构法施工，从歌剧院始发，下穿前海河口海域，海底竖向距离 18.94m，日出剧场站接收，全线长 1456m，其中左线海底隧道长 47.4 m，右线海底隧道长 93.8m。中心地理坐标为东经 113° 56′ 20.863″，北纬 22° 29′ 17.429″，用海面积为 0.2249 公顷，不占用岸线。根据现场调查的数据和资料收集，项目用海附近海域开发利用现状：前海填海工程、深圳地铁 2 号线、深圳湾滨海休闲带工程、深圳湾大桥（深港西部通道）、深港西部通道填海工程、南油集团前海滨海路以东填海工程和规划望海路隧道工程等，具体分布见图 5.1-1 与表 5.1-1。

本项目于所在海域海底 18.94m 以下处进行盾构施工，隧道将经强风化粗粒花岗岩层、中风化粗粒花岗岩层以及强风化片麻状混合花岗岩层等穿越而过，虽然盾构施工过程中产生震动，有可能通过海床的震动所掀起悬浮物，但鉴于盾构长度较短，施工时长与范围有限，在水流及潮汐的作用下，悬浮物对水质的影响强度很小且范围有限，且隧道施工的配套工程，如始发井、接收井、联络通道以及水泵房等均在陆域进行，所产生的“三废”将通过统一收集并进行异地处理，施工过程中对海洋水质环境基本不会产生影 响。底栖生物的活动范围一般是在海底 40 cm 以上底土里，底土下 40 cm 底栖生物活动较少，因此，海底隧道在海底的施工对底栖生物基本上没有影响。

略

图 5.1-1 拟建项目附近海域开发利用现状分布

表 5.1-1 项目周围利益相关者统计表

序号	附近海域用海	用海类型	影响方式	利益相关者	影响程度	与本项目相对位置与最近距离	利益相关界定原因	是否为利益相关者
1	前海填海工程	填海造地用海	填海造地用海		一般	位于本项目	具有用海权属（已确权），但未完成填海	是

序号	附近海域用海	用海类型	影响方式	利益相关者	影响程度	与本项目相对位置与最近距离	利益相关界定原因	是否为利益相关者
2	深圳地铁2号线	交通运输用海	填海造地用海		一般	本项目北侧	具有用海权属(已确权)海底隧道的盾构施工,施工期间可能存在一定风险影响	是
3	深圳湾滨海休闲带工程	旅游娱乐用海	填海造地用海		很小	本项目两侧	位于本项目两侧,项目施工期间可能存在一定风险影响	是
4	深圳湾大桥(深港西部通道)	交通运输用海	透水构筑物		很小	东侧约2.4km	与本项目起始段距离较远,项目施工期对其产生影响很小,运营期间对其无影响	否
5	深港西部通道填海工程	填海造地用海	填海造地用海		无	北侧约1.1km	与本项目起始段距离较远,项目施工期对其产生影响很小,运营期间对其无影响	否
6	南油集团后海滨海路以东填海工程	填海造地用海	填海造地用海		无	北侧约5km	与本项目起始段距离较远,项目施工期对其产生影响很小,运营期间对其无影响	否
7	规划望海路隧道工程	交通运输用海	海底隧道用海		一般	本项目旁边	正在申请用海,已有规划,可能同步建设,本项目海底隧道的盾构施工,施工期间可能存在一定风险影响	是
8	后海河	/	/		一般	本项目顶部	本项目海底隧道的盾构施工,施工期间可能存在一定风险影响	是



图 5.1-2 项目所在位置现状图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据本项目用海类型、用海方式与用海特征，项目用海对周边海域开发活动的影响进行分析。

5.2.1 对深港西部通道填海工程和南油集团后海滨海路以东填海工程的用海影响分析

本项目用海方式海底隧道用海，采用盾构法施工，项目不涉及任何海上或沿岸的海底隧道配套工程。本项目与深港西部通道填海工程、南油集团后海滨海路以东填海工程距离较远，根据推荐方案二，本项目线路走向完全绕避深港西部通道填海工程用地红线，不在其用地范围内经过，中间由后海填海工程隔开；与深港西部通道填海工程、南油集团后海滨海路以东填海工程用海无冲突，项目施工期与运营期两者产生影响很小，几乎没有影响。

5.2.2 对深圳湾大桥（深港西部通道）的用海影响分析

区间于 YCK12+160-YCK12+260 和 ZCK12+185-ZCK12+295 下穿深圳湾大桥，从西往东分别下穿其 D、B、A、C 号匝道，桥桩为直径 1.2-1.8m 嵌岩桩，与盾构隧道最小净距 2.4m，满足结构安全要求及桥面交通正常通行。见图 5.2-3 至图 5.2-6。

5.2.3 对深圳地铁 2 号线出入线及望海路地下快速路的用海影响分析

13 号线南延侧穿地铁 2 号线车辆段出入段线区间，侧穿及下穿规划望海路公路隧

道。因隧道穿越上述风险源地质条件复杂，主要为淤泥、人工填土、填砂，应根据特定风险源对盾构机进行适应性调整，同时应提前采取措施进行针对性处理。

深圳地铁 2 号线出入线与 13 号线南延线区间为单层两跨结构，结构厚度 600mm，围护结构为 800 连续墙，区间隧道与其水平间距 18.25m。

规划望海路隧道为 15.7m 大直径盾构，上下两层双向 6 车道，结构厚度 650mm，与 13 号线南延同期建设。望海路地下快速路在规划时未考虑预留地铁 13 号线二期（南延）工程的通道，且紧贴 2 号线出入线布置；13 号线区间与望海路地下快速路局部共廊道，需协调望海路地下快速路往南侧调整留出地铁通道、避免二者短距离二次交叉。见图 5.2-7。

5.2.4 对前海河和深圳湾公园的用海影响分析

歌剧院站～日出剧场站区间临近海边，区间出歌剧院站后，下穿前海河河口后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线车辆段出入段线区间，水平净距约 18.25m；下穿前海河，竖向距离约 18.94m（见图 5.2-8），隧道埋深高程范围-28.55m 至-19.29m（当地理论最低潮面）；之后穿越深圳湾公园海风运动广场和婚庆公园，最后至日出剧场站。

歌～日区间其余范围下穿深圳湾公园、望海路，且侧穿地铁 2 号线出场线区间、下穿前海河、深圳湾大桥等建构（筑）物。主要穿越地层为淤泥、黏性土、砾砂、淤泥质粘性土、含淤泥质砂，工程地质条件差。区间轨面埋深 22.4-48.8m，区间隧道拱顶埋深 17.1-43.5m。推荐采用安全性高的盾构法施工。区间穿越大量砾砂层，采用泥水平衡盾构。盾构施工利用歌剧院站端头始发，日出剧场站端头接收。

本项目用海为海底隧道用海，在海底 18.94m 以下采用盾构法施工。项目用海方式与前海河河口的用海功能是排洪功能和深圳湾公园的填海造陆用海相兼容，利益可协调。

略

图 5.2-3 项目与深圳湾大桥 A 号匝道桥墩的关系剖面图
略

图 5.2-4 项目与深圳湾大桥 B 号匝道桥墩的关系剖面图
略

图 5.2-5 项目与深圳湾大桥 C 号匝道桥墩的关系剖面图
略

图 5.2-6 项目与深圳湾大桥 D 号匝道桥墩的关系剖面图
略

图 5.2-7 项目与 2 号线、规划望海地下快速路的关系剖面图
略

图 5.2-8 项目与后海河的关系剖面图

5.3 利益相关者界定

依据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发、利用者，即与论证项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。通过对本工程项目周围用海现状的现场踏勘调查和对项目周围用海情况的调访，项目用海对周围海洋开发利用的影响主要是项目建设期间可能海底隧道两端的深圳湾公园和后海河产生影响，其分布情况见图 5.1-1 和表 5.2-1 所示。

5.4 相关利益协调分析

5.4.1 对深圳市地铁集团有限公司的协调分析

本项目歌~日区间沿线采用盾构法施工侧穿地铁 2 号线车辆段出入段线区间，地铁 2 号线已建成并投入使用。本项目与地铁 2 号线都归属深圳市地铁集团有限公司，利益可协调。但因隧道穿越的地质条件复杂，主要为淤泥、人工填土、填砂，根据特定风险源对盾构机进行适应性调整，同时应提前采取措施进行针对性处理，协调方案如下：

（1）采取合理平面线位，盾构隧道与地铁 2 号线间距均控制在盾构直径一倍以上，减少施工影响。

（2）施工前应对地铁结构现状进行调查，设计单位进行专项设计上报运营主管部门审批。

（3）盾构推进控制：为控制隧道轴线，防止土体因超挖量过大造成的空隙在盾壳上方不能及时填充，进而造成土体在盾构本体处有较大沉降，从而使既有地铁结构产生较大的沉降变形，故要切实做好盾构推进过程中推进速率、出土量等推进参数的控制，以此来减少因轴线纠偏而形成的土体超挖量。

（4）严格进行同步注浆，保证注浆压力和注浆密实，以减少因隧道周围土体的水平位移及垂直位移，以及由此而产生的房屋水平变形或地面沉降。

（5）对地铁 2 号线进出场线区间结构、轨道及道床采取自动化监测。

5.4.2 对深圳市南山区水务局的协调分析

本项目歌~日区间沿线侧穿地铁 2 号线车辆段出入段线区间，穿越了后海河。后海河的主要功能为排洪泄洪，本项目采用盾构法施工，下穿位置位于后海河入海口附近，与河底竖向距离 18.94m（见图 5.1-6），河底主要地层为填块石、填砂层、淤泥，应征

求深圳市南山区水务局的意见，得到其支持，同时，也应做好相关措施。

(1) 针对性的进行盾构配置，如加强盾尾钢丝刷，增加防喷涌设施。

(2) 施工前应对河道的结构型式、建成年代及现状等进行调查。

(3) 在进入前海河河床之前需对盾构机进行全面检修，使盾构机的任何零部件都能正常运行，以便盾构机快速通过该区段。尤其是刀盘上泡沫管的畅通、盾尾刷良好的密封性能、注浆管的通畅。同时必须保证刀盘刀具的合理配置和完好性，避免在该区段内停机换刀。

(4) 盾构推进控制：为控制隧道轴线，防止土体因超挖量过大造成的空隙在盾壳上方不能及时填充，进而造成土体在盾构本体处有较大沉降，从而使河底产生较大的沉降，故要切实做好盾构推进过程中推进速率、出土量等推进参数的控制，以此来减少因轴线纠偏而形成的土体超挖量。

(5) 严格进行同步注浆，保证注浆压力和注浆密实，以减少因隧道周围土体的水平位移及垂直位移，以及由此而产生地面沉降。

(6) 加强对河面及周边地下水位的监测，根据监测情况，及时调整泥浆配比，做好信息化施工。根据监测情况，必要时在地面采取跟踪注浆与隔离措施，防止变形过大。

5.4.3 对深圳市土地投资开发中心和深圳市公园管理中心的协调分析

本项目为海底盾构施工，无海上施工作业，项目与运营期不会对深圳市土地投资开发中心和深圳市公园管理中心的用地日常运营产生影响，但项目的施工风险仍然存在。建议施工方应在确保“全方位全覆盖”的风险防范措施下，根据现场数据模拟推演，务必做到科学规范施工与施工风险评估并举。

(1) 应主动与深圳市土地投资开发中心和深圳市公园管理中心明确责任条款并就风险防范措施的细则进行一一落实，提高细则内所涉风险（隧道坍塌、涌水涌沙、渗水）防范措施的科学与可操控性，定期进行应对风险及意外的现场演练。

(2) 应在项目所在位置及项目走向树立明显标识，同时强化施工人员的安全作业意识，科学管理施工作业，切勿盲目改变施工作业的进度与强度。

(3) 施工期间如遇突发情况应立即如实汇报，切勿瞒报虚报。

(4) 为防范隧道坍塌和涌水，建议采取注浆等辅助施工措施，为防范涌水，盾构施工必须将盾尾与衬砌之间的建筑空间及时注浆充填，封堵从隧道后部向前流动的地下水。钻爆施工同时应根据地质、岩性情况，采用超前预注浆、帷幕注浆等措施加固地层，尽可能地截断水源，防止大量涌水。

(5) 海底隧道建成后，应根据实际情况在海底隧道中心线两侧的一定范围内划定安全保护区。禁止在隧道的安全保护区内取土、倾倒废弃物、实施爆破作业；禁止在隧道的安全保护区设立易燃易爆仓库、存放危险化学品。随着海底隧道施工的结束，施工对前海填海工程和深圳湾公园的影响是有限且可控的。

5.4.4 对深圳市交通运输局的协调分析

本项目歌~日区间沿线采用盾构法施工侧穿及下穿规划望海路公路隧道，由于海底隧道穿越规划望海路地质条件复杂，主要为淤泥、人工填土、填砂，应根据特定风险源对盾构机进行适应性调整，同时应提前采取措施进行针对性处理。

望海路地下快速路在规划时未考虑预留地铁 13 号线二期（南延）工程的通道，且紧贴 2 号线出入线布置；13 号线区间与望海路地下快速路局部共廊道，需协调望海路地下快速路往南侧调整留出地铁通道、避免二者短距离二次交叉（见图 5.1-7）。规划望海路隧道为 15.5m 大直径盾构，上下两层双向 6 车道，结构厚度 650mm，与本项目同期建设。

(1) 采取合理平面线位，盾构隧道与望海路隧道间距均控制在盾构直径一倍以上，减少施工影响。

(2) 施工前应对地铁结构现状等行调查，设计单位进行专项设计上报运营主管部门审批。

(3) 盾构推进控制：为控制隧道轴线，防止土体因超挖量过大造成的空隙在盾壳上方不能及时填充，进而造成土体在盾构本体处有较大沉降，从而使既有地铁结构产生较大的沉降变形，故要切实做好盾构推进过程中推进速率、出土量等推进参数的控制，以此来减少因轴线纠偏而形成的土体超挖量。

(4) 严格进行同步注浆，保证注浆压力和注浆密实，以减少因隧道周围土体的水平位移及垂直位移，以及由此而产生的房屋水平变形或地面沉降。

由于本项目隧道与规划望海路隧道相距较近，因此隧道盾构掘进过程中可能对规划望海路隧道存在施工风险影响。建议施工方应针对规划望海路隧道进行更为深入的地质勘探；向主管部门获取有关规划望海路隧道的布设规则图、结构特征、布设工艺等，再结合地质参数条件可对盾构机掘进的主方向进行有效调整，在保证掘进进度的同时务必对隧道的沉降和位移情况进行实时观测；提高细则内所涉风险（隧道坍塌、涌水涌沙、渗水）防范措施的科学与可操控性，定期进行应对风险及意外突发事件的演练。随着海底隧道施工的结束，施工对规划望海路隧道的影响是有限且暂时的。

5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

5.5.1 对国防安全和军事活动的影响分析

从项目性质来看，本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的暗挖海底隧道用海。本项目为惠民工程，属于深圳市轨道交通 13 号线的一部分，建成后将周边居民的日常出行带来极大便利，同时也很大程度上拉动了地方及区域经济。鉴于本项目不涉及军事机密泄露，不会对国防安全构成威胁。其工程建设、日常运营符合国家权益和国防安全的要求，与国家的国防建设部署没有冲突。因此，本项目的工程建设对国防安全不会产生不良影响。

5.5.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，其用途是为改善附近居民出行，完善深圳市公共交通网络系统，项目建成后可极大地缓解市区公共交通压力，为市民提供一个便捷环保的出行环境。本项目未涉及国家海洋权益的相关内容，项目竣工后的用海并不涉及任何危害国家海洋权益的行为。因此，本项目的工程建设对国家海洋权益不会产生不良影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1 项目所在海域《广东省国土空间规划（2020-2035年）》分区

根据广东省自然资源厅 2021 年发布的《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》（公众版）见图 6.1-1，项目所在海域为深圳湾海域。规划明确：“更加集约、高效、开放的繁荣国土。国土开发利用效率和水平显著提升，集约、紧凑、高效的城镇化发展格局全面形成，高质量的现代化产业空间得到充分保障，海洋资源开发能力持续增强，陆海一体的开放型国土开发综合格局全面形成，国际竞争力显著增强，高质量发展成为全国典范。”

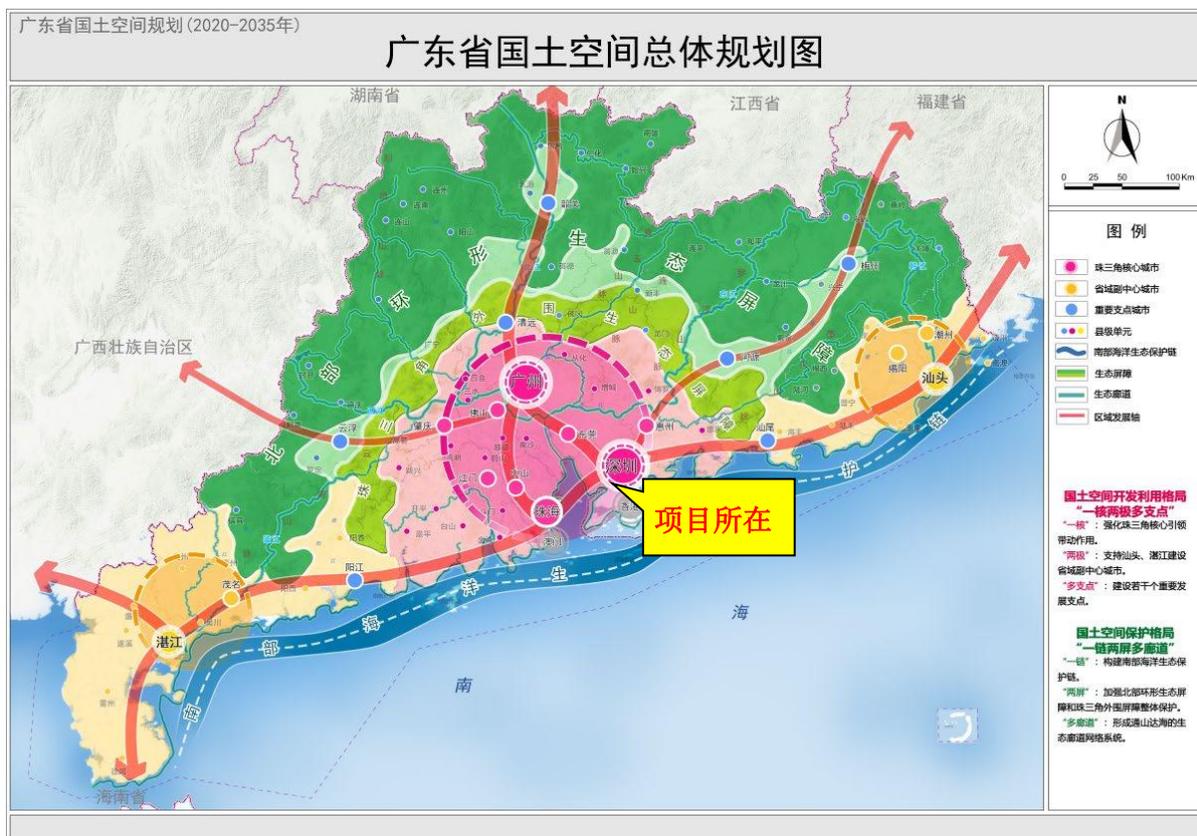


图 6.1-1 广东省国土空间总体规划图

(1) 国土空间开发利用格局：“一核两极多支点”

其中，本项目所在空间分区为“一核”（见图 6.1-2）：强化珠三角核心引领带动作用。推动广州、深圳“双城”联动，推进珠江口东西两岸融合发展，携手港澳共建国际一流湾区和世界级城市群，形成带动全省发展的主动力源。目前，深圳市已进入小汽

车高速增长时期，交通形势十分严峻。必须协调土地利用与交通发展，大力发展轨道交通，在小汽车完全进入家庭之前，建立起以轨道交通为主体、常规公共交通为网络、与小汽车交通具有竞争力的、一体化的客运交通体系，促进城市交通的可持续发展。本项目作为地铁 13 号线二期的“南延”工程，对于城市轨道交通发展起到关键性作用。



图 6.1-2 国土空间开发利用格局：“一核两极多支点”

(2) 国土空间保护格局：“一链两屏多廊道”

其中，本项目所在空间分区为“一链”：构建南部海洋生态保护链以沿海防护林、滨海湿地、海湾、海岛等要素为主体，加强陆海生态系统协同保护和修复。本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海面积为 0.2249 公顷，不占用岸线，符合国土空间保护格局中的相关要求。



图 6.1-3 国土空间保护格局：“一链两屏多廊道”

6.1.2 项目所在海域《深圳国土空间总体规划（2020-2035 年）》分区

根据深圳市规划和自然资源局 2021 年发布的《深圳国土空间总体规划（2020-2035 年）》（公示稿）指出：其一，“强化广深‘双城联动、比翼双飞’。充分发挥广州、深圳都市圈中心城市辐射带动作用，协同打造一批重大科技基础设施，加快广州—深圳国际性综合交通枢纽建设，合力提升粤港澳大湾区门户枢纽功能；其二，发挥‘一核一带一区’主引擎作用积极对接广东沿海经济带，向东辐射汕潮揭都市圈并联系海峡西岸城市群，向西辐射湛茂都市圈并联系北部湾城市群。支持广东北部生态发展区打造生态经济发展新标杆。随着本项目的建成运营，将更好、更快、更全面的发挥深圳市辐射带动作用，进一步对接广东沿海经济带，见图 6.1-4。

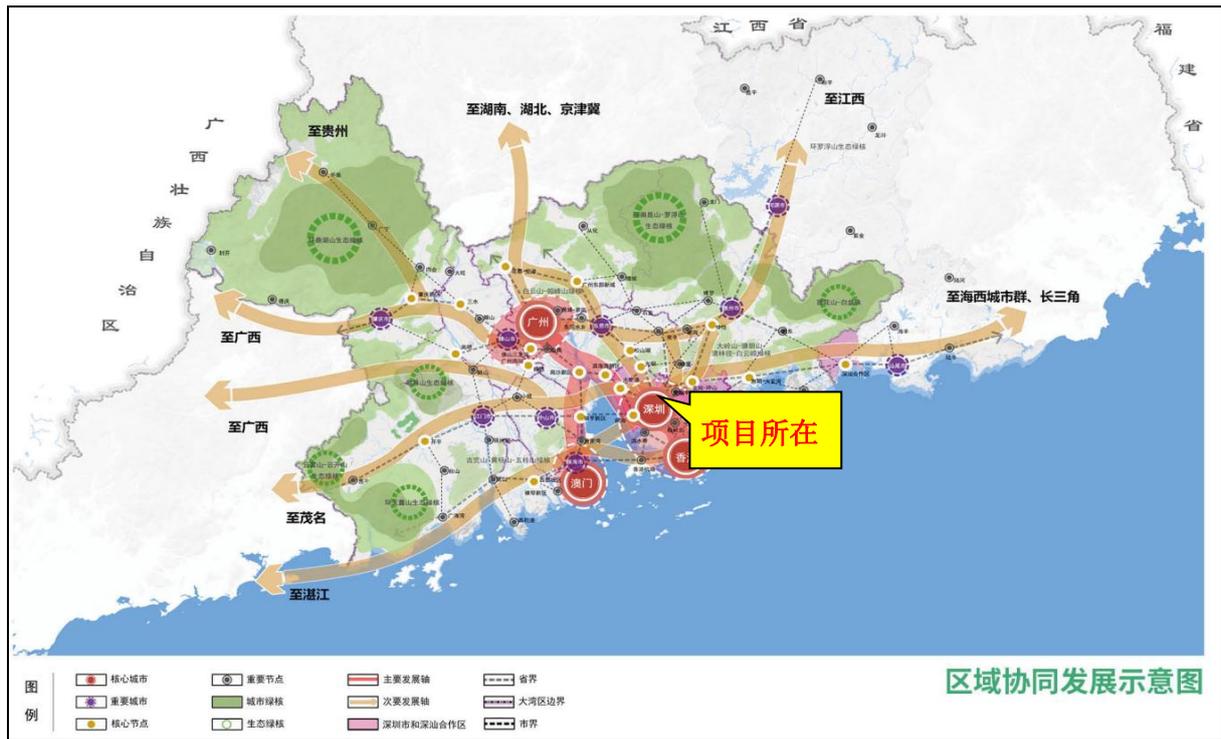


图 6.1-4 区域协同发展示意图

(1) 统筹划定三条控制线

必须坚守基本生态控制线，按照国家要求，统筹划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线（见图 6.1-5），作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线，包括生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界。其中，本项目所在区域毗邻生态保护红线范围，根据相关要求：“陆域生态保护红线是基本生态控制线范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，面积 482 平方公里。海域生态保护红线面积 395 平方公里。”本项目属于海底隧道工程，不占用陆域和海域面积，不占用岸线，符合生态红线的相关要求。



图 6.1-5 深圳市国土空间控制线规划图

(2) 构建城市开发新格局

深入实施“东进、西协、南联、北拓、中优”发展战略，以山水林田湖草海为基底、生态廊道为屏障、复合交通骨架网络为支撑，延续多中心、组团式的空间结构，形成“一核多心网络化”的城市开发新格局。“一核”——都市核心区，以福田、罗湖、南山和前海深港现代服务业合作区为基础，将宝安区的新安、西乡街道，龙华区的民治、龙华街道，龙岗区的坂田、布吉、吉华和南湾街道等区域纳入都市核心区范围，促进都市核心区扩容提质，承担大湾区核心引擎功能，成为集中体现深圳高质量发展和国际化功能的中央智力区、中央活力区。本项目位于“一核”的都市核心区，其地理位置优越，是连接蛇口-南山中心区的关键节点区域，能更好发挥核心区的优势，见图 6.1-6。



图 6.1-6 深圳市空间结构与中心体系规划图

(3) 构建陆海发展空间格局

以海岸带作为陆海空间耦合的重要发展轴带，构建城海交融的“一带、三区、多单元”海岸带空间结构（见图 6.1-7）。其中，“一带”指引领城市向海发展、统筹陆海生态保护和资源利用的海岸带。海岸线向陆一侧划定 35-100 米核心管控区和协调管理区，强化海岸带管控。“三区”指三个差异化的海岸带空间，包括西部创新活力湾区、中部都市魅力休闲区、东部山海生态度假区。“多单元”指划定 15 个海岸带空间单元，综合统筹海岸带地区生态保护、防灾减灾、功能布局、设施配建、交通组织、风貌塑造等规划建设要求。本项目所在的“一带、三区、多单元”海岸带空间结构为受强化管控的海岸带（一带）、中部都市魅力休闲区（三区）以及深圳湾段（多单元）。项目为海底隧道工程，不占用海岸线，且建成运营后将大幅度提高深圳市轨道交通的运力，可充分发挥其所在休闲区的功能。



图 6.1-7 深圳市海岸带分区图

6.1.3 项目所在海域《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》分区

根据广东省自然资源厅 2023 年 5 月印发的《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，在制定关于国土空间生态保护修复总体布局中已明确：“以构建具有全球意义的生物多样性保护网络为引领，面向生态、农业、城镇三大空间，统筹推进国土空间整体保护、系统修复与综合治理，守住自然生态安全边界，形成安全、健康、美丽的高品质国土空间，建设人与自然和谐共生的现代化。”

(1) 筑牢“三屏五江多廊道”生态安全格局

须衔接省国土空间规划“一链两屏多廊道”国土空间保护格局，为进一步彰显广东特色，形成陆海联动、通山达海的网络化格局，将生态安全格局细化为“三屏五江多廊道”：即加强对以南岭山地为核心的南岭生态屏障、以丘陵山地、森林为主体的粤港澳大湾区外围丘陵浅山生态屏障和以沿海防护林、河口、海湾、滨海湿地、海岛等要素为主体的蓝色海洋生态屏障的系统性保护修复；依托东江、西江、北江、韩江、鉴江等骨干水系，通山达海，统筹推进陆地、海洋、湿地三大生态系统一体化保护修复；构筑以重要水系、森林带和海岸带为主的生态廊道，结合碧道、绿道、古驿道等线性开敞空间建设，构建满足水生生物繁殖洄游、水鸟和候鸟迁飞停留、陆生野生动物栖息迁徙等活动需要的特色生态廊道网络体系，提升生态系统连通性。本项目位于深圳湾海域，属于海湾要素为主体的蓝色海洋生态屏障的系统性保护修复范畴，项目为海底隧道工程，无产物污环节。

(2) 聚焦三大空间生态修复

主要包括生态空间、农业空间、城镇空间。以绿美广东生态建设为引领，全面推进国土空间生态修复，提高生态系统多样性、稳定性和持续性，提升城镇空间生态品质，增强农业空间生态功能。其中，生态空间应始终坚持自然恢复为主，人工修复为辅，以提高生态系统多样性、稳定性、持续性、守住自然生态安全边界、筑牢省域生态安全格局为目标，严守生态保护红线，加强自然保护地体系建设，整体保护陆海重要生态空间，保障省域生态安全。本项目属于生态空间修复范畴，根据要求将务必严守生态保护红线，保障区域内生态的安全。海底隧道工程不占用岸线，其施工不破坏现有的生态环境，符合生态空间的修复要求。

6.1.4 项目所在海域《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》分区

根据规划的分类（按湾区发展分类），本项目属于粤港澳大湾区，其生态保障要求为：加强珠江等河流的陆源污染排海控制，提升粤港澳大湾区重要岸段综合减灾能力，开展湾区海洋灾害风险评估和区划、隐患排查及治理，在产业园区及重大项目可行性论证阶段，开展海洋灾害风险评估，提高核电、石化工业园区及港口物流基地的海洋灾害防御和突发性海洋污染事故应急处置能力。开展海漂垃圾和海洋微塑料源头治理及监测，并建立清理防治协调机制。推动一批生态和防灾减灾工程建设，提升湾区生态功能。

以海岸线自然属性分区，本项目属于自然岸线范畴。

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

根据本项目对海域国土空间规划分区的利用情况，已对项目利用的用途(功能)、利用方式、程度和拟采用的生态保护措施等进行分析，见表 6.2-1。

本项目采用盾构法进行施工，工程正常施工均位于海底以下，竖向距离 18.94m，不接触海水，不会对海水水质环境造成影响。施工期产生的生活污水和施工过程产生的废水均集中收集处理，不排放入海，不会对海水水质环境造成影响。营运期，项目自身不产生污水，不会对海洋水质环境造成影响。隧道建设后，隧道内少量渗漏水或消防、冲洗水由废水泵房集中抽排至地面市政管网。管理中心产生的工作人员办公生活污水及路面清洁时产生的少量废水一起排入市政污水管网。本项目管理中心产生的生活垃圾集中收集运至垃圾处理站处理。因此营运期基本不会对海洋沉积物环境产生影响。

本项目为海底隧道工程，不占用海岸线资源。本项目工程建设海底隧道占用了海底空间资源，改变了海床属性，但同时可兼容港池用海、旅游娱乐用海等开放式用海，有利于立体用海，优化空间布局，海陆统筹，充分利用海域空间资源，使周边海洋空间开

发活动更加集约用海。

本项目在施工期间由于堆放和输运弃泥的水土流失、泥浆池和储备池泥浆洒落，仅在始发井和接收井周围局部海域可产生悬浮物污染，然而，在采取适当管理措施的情况下，可控制入海悬浮物总量，入海悬浮物总量将很少，且其施工期仅 8 个月，因此，本项目在施工期对海洋生物资源的损耗量将很小，施工结束后，海洋生物资源将会很快得到恢复。建议业主单位在项目施工期间制定严格规范的施工措施和管理制度，严防产生较大的环境污染事故，使海洋生物资源的损耗控制在最小的范围内。另外，项目建成后，用海海域既无永久性占用海洋空间的构筑物，也无破坏海洋底栖生物的海床、岸滩开挖，故本项目在营运期对海洋生物资源无损害影响。

综上，本项目在选址、施工、运营等关键环节已对生态保护措施进行了科学的探讨，项目用海对周边的国土空间规划的分区影响程度较小、影响范围有限、影响时间较短。

表 6.2-1 项目所在空间规划的分区信息表

序号	规划名称	项目所在分区	项目用途	利用方式	程度
1	广东省国土空间规划（2020-2035 年）	国土空间开发利用格局：“一核两极多支点”中的“一核”	城市轨道交通	海底隧道	用海面积为 0.2249 公顷，不占用岸线。
		国土空间保护格局：“一链两屏多廊道”中的“一链”	城市轨道交通	海底隧道	
2	深圳市国土空间规划（2020-2035 年）	统筹划定三条控制线，生态红线	城市轨道交通	海底隧道	不占用岸线，符合生态红线保护要求；可促进都市核心区扩容提质，承担大湾区核心引擎功能
		城市开发新格局：“一核多心网络化”的城市开发新格局中的“一核”	城市轨道交通	海底隧道	
		构建陆海发展空间格局：海岸带、中部都市魅力休闲区以及深圳湾段	城市轨道交通	海底隧道	
3	广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）	“三屏五江多廊道”生态安全格局中的海洋生态系统一体化保护范畴	城市轨道交通	海底隧道	符合以河口、海湾等要素为主体的蓝色海洋生态屏障的系统性保护修复
		生态空间、农业空间、城镇空间等三大空间中的生态空间生态修复	城市轨道交通	海底隧道	本项目属于生态空间修复范畴，项目不占用岸线，其施工不破坏现有的生态环境，符合生态空间的修复要求。
4	广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017-2025 年）	粤港澳大湾区	城市轨道交通	海底隧道	不占用岸线，符合湾区的生态保障要求
		自然岸线范畴	城市轨道交通	海底隧道	不占用岸线，可维持岸线自然属性

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1 项目用海与《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》符合性分析

本项目分别隶属于国土空间开发利用格局：“一核两极多支点”中的“一核”，以及国土空间保护格局：“一链两屏多廊道”中的“一链”，该区划分区要求：实现生态空间、农业空间和城镇空间的合理布局，自然资源及生物多样性得到充分保护，人与自然实现和谐共生，节约集约、绿色低碳的资源循环利用体系基本形成，抵御自然灾害的能力明显增强，城市公共安全治理水平显著提升，全面建成现代化韧性安全广东。

本项目作为地铁 13 号线二期的“南延”工程，对于城市轨道交通发展起到关键性作用，突出“一核两极多支点”中的“一核”的中心领袖地位。本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海面积为 0.2249 公顷，不占用岸线，符合国土空间保护格局“一链两屏多廊道”中的“一链”相关要求，即构建海洋生态保护链。

6.3.2 项目用海与《深圳市国土空间规划（2020-2035 年）》符合性分析

本规划开篇已明确必须“统筹划定三条控制线”：（1）生态保护红线——陆域生态保护红线是基本生态控制线范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，面积 482 平方公里。海域生态保护红线面积 395 平方公里；（2）永久基本农田——为保障国家粮食安全和重要农产品供给、实施永久特殊保护的耕地，面积 20 平方公里；（3）城镇开发边界——可以集中进行城市开发建设、以城市功能为主的区域边界，也包括城市内部河流水系、公园绿地等蓝绿空间，面积 1190 平方公里。本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，不占用岸线，不占用海水区域，无任何填海活动，符合该规划的关于生态保护红线的管控要求。

6.3.3 项目用海与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》符合性分析

本规划将围绕生态空间、农业空间、城镇空间构筑生态保护格局，全面推进国土空间生态修复，提高生态系统多样性、稳定性和持续性，提升城镇空间生态品质，增强农业空间生态功能。本规划对于生态空间中的海洋生态领域已制定蓝色海洋生态屏障生态保护修复单元，合计 16 个，其中包括珠江河口生态系统及生物多样性保护与恢复。本项目位于珠江口海域的内陆侧，属于海底隧道工程，其不占用岸线，项目施工不破坏现有的生态环境，符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的生态空间修复要

求。

6.3.4 项目用海与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017-2025年）》及《生态红线》符合性分析

根据大陆自然岸线相应管控措施为：维持岸线自然属性，禁止实施可能改变大陆自然岸线生态功能的开放建设活动，严禁占用岸线进行围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂。需要利用自然岸线进行渔业基础设施、交通、能源、海底管线等公益或公共基础设施工程建设的，在符合海洋功能区划和海洋环境保护规则情况下，要经科学论证和环境影响评价，经相应行政主管部门审批后实施。

本项目位于后海修复岸线边缘，后海修复岸线的管控措施是：维持岸线自然属性，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。本项目仅进行海底隧道施工，采用盾构法，不进行填海造地，不占用及新形成岸线，因此项目建设符合关于大陆海岸线自然岸线的管控措施要求（表 6.3-1 与图 6.3-1），不需要占补平衡。

表 6.3-1 广东省大陆海岸线自然岸线保有登记表（2017）

序号	主体岸线类型	名称	地理位置	管控措施
126	修复岸线	后海	位于深圳湾，起点坐标：113° 57' 01.724"E， 22° 31' 23.664"N; 终点坐标：113° 56' 50.096"E, 22° 29' 50.104"N。	维持岸线自然属性，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。
127	生物岸线	深圳湾	位于深圳湾，起点坐标：114° 02' 39.300"E， 22° 30' 17.986"N; 终点坐标：113° 59' 51.475"E, 22° 31' 39.580"N。	维持岸线自然属性，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。

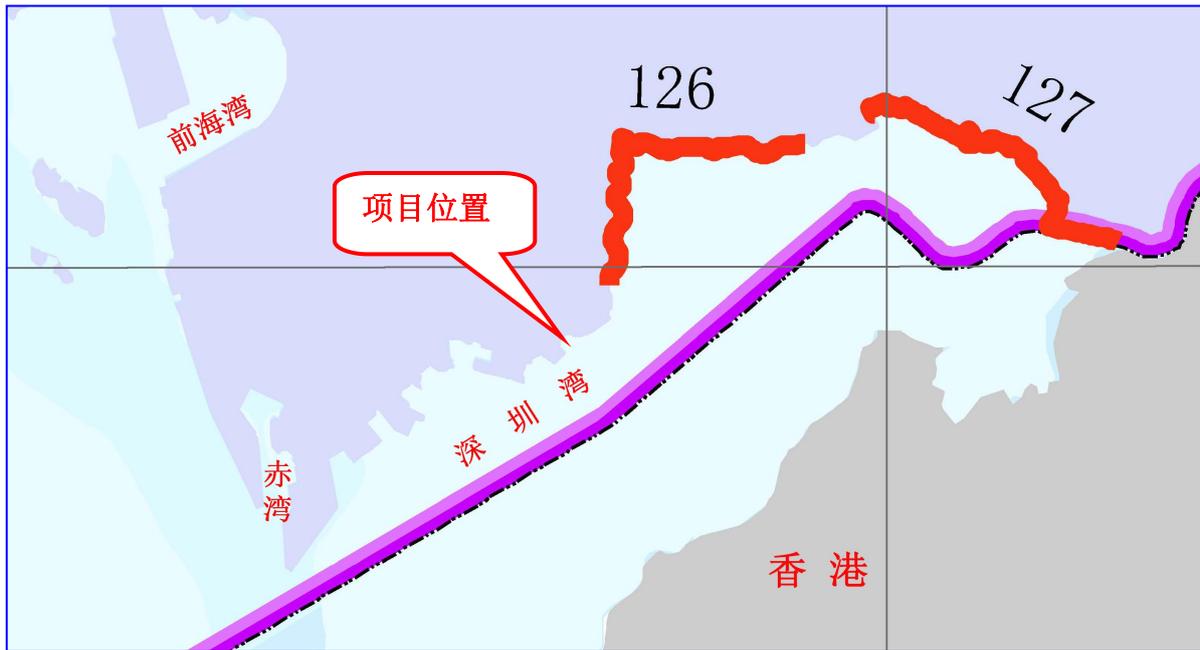


图 6.3-1 深圳辖区内大陆海岸线自然岸线保有示意图

根据最新的生态保护红线（该数据处于封库状态，待国务院审批，简称 22 红线），该项目用海选址不占用最新的海洋生态保护红线。根据《广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案》的通知（粤办函〔2021〕227 号），在国务院批准 22 红线前，国家有关重大项目清单和省重点建设项目计划（含预备项目计划）的项目用海用地预审、审批涉及依批准的海洋生态红线的，按照现行规定办理。因此，本项目也符合最新的生态保护红线要求。

根据最新调整的广东省海洋生态红线，本项目也没有在广东省海洋生态红线区内，见图 6.2-4。

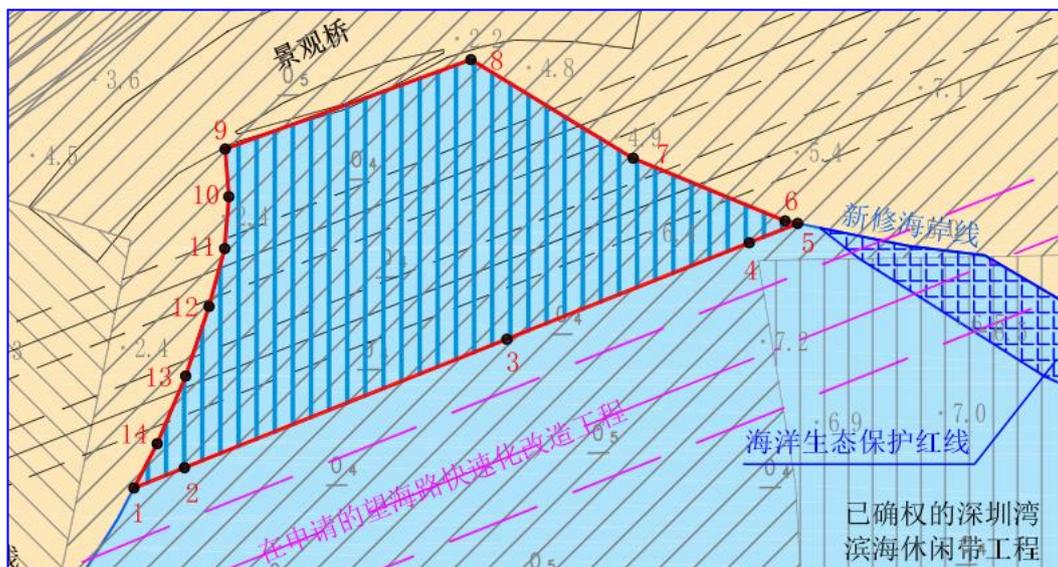


图 6.2-4 最新调整的广东省生态红线与本项目关系示意图

6.3.5 项目用海与《深圳市海岸带综合保护与利用规划（2018-2035）》的符合性分析

《深圳市海岸带综合保护与利用规划（2018-2035）》明确指出：“规划结合陆海空间资源，挖掘海洋历史文化要素，对陆海进行功能分区，并提出滨海空间控制及陆海交通等相关指引”；“统筹海岸带地区海陆交通布局。设置水上巴士等客运码头，建立水上交通体系，与陆域交通系统联动，形成海陆一体的整体交通网络，支撑未来向海的功能发展。”“编织海陆公交网络，强化滨海可达性。通过到达海岸带区域的城市轨道交通、主干路网及海上公共交通系统组织基本的交通网络系统，增强滨海公共交通可达性。”

根据《深圳市海岸带综合保护与利用规划》（2018-2035），项目选址涉及深圳湾滨海湿地生态环境敏感区，但本项目采用盾构法施工，不破坏、不占用深圳湾滨海湿地生态环境敏感区，本项目建成后将更好的服务深圳湾公园，满足市民休闲娱乐需求的需要。虽然公园东部设有地铁9号线深圳湾公园站，但是公园西部缺乏轨道交通直接服务，造成每到周末、节假日就拥堵不堪，影响市民和游客的出行，本项目为深圳湾公园西部提供良好的轨道出行服务，满足市民休闲娱乐的需求，提升市民生活幸福感。因此，本项目符合《深圳市海岸带综合保护与利用规划（2018-2035）》的内容。

6.4 项目用海与国家有关产业政策符合性分析

6.4.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

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），依据主体功能，将海洋空间划分为四类区域，珠江口及其两翼属于优化开发区域，即现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。

珠江口及其两翼，包括广东省汕头市、潮州市、揭阳市、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、湛江市（涠尾角以东）毗邻海域。构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群。发展高端旅游产业，加强粤港澳邮轮航线合作。加快发展深水网箱养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复。严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制。加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度。健全海洋环境污染事故应急响应机制。

本项目位于珠江口深圳湾海域，属于优化开发区域，项目主要在海底进行建设，施工和运营均不会对所在及周边海域海洋水质、生态环境造成影响，不改变海水现有水动力条件。深圳市轨道交通13号线二期（南延）工程的建设，是强化深圳西部发展轴带、

促进城市合理布局的需要；是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的迫切需要；是支持前海（蛇口）自贸区、大空港地区发展的需要；是推动南山区土地集约化利用，带动沿线产业升级的需要。而且，该工程将市歌剧院接入城市轨道交通网络，提高歌剧院的公交服务水平，对高标准建设文化设施、促进深圳建设全球区域文化中心城市具有重要意义。符合《全国海洋主体功能区规划》的要求。

6.4.2 与《广东省主体功能区规划》的符合性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》（粤府[2012]120号），深圳市总体划入国家级优化开发区域珠三角核心区。全市功能定位为：以优化提升为主要发展方向，强化作为全国经济中心城市和国家创新型城市的辐射带动作用，继续发挥经济特区和国家综合配套改革试验区的示范作用，加快推进发展模式、体制机制、科技、产业和社会文化全面创新，建设国家战略性新兴产业重要基地，联手香港打造深港创新圈，努力建设中国特色社会主义示范市和现代化国际化先进城市。

本项目的建设是对深圳市交通规划和发展具有重要的意义，是支撑深圳市西部发展轴带建设，支撑前海（蛇口）自贸区、空港新城地区城市发展，缓解交通拥堵的普速线路，有利于加速深圳的经济发展，打造现代化的国际城市，因此，本项目符合《广东省主体功能区规划》的要求。

6.4.3 与《深圳市海洋环境保护规划（2018-2035）》的符合性分析

《深圳市海洋环境保护规划（2018-2035）》明确指出：“第十三条 严格限制占用自然岸线，对沙滩及周边海域环境进行重点监测；加强对主要风险点的监视监测。”、“第十五条 严禁占用自然岸线进行围填海工程。”以及“第十八条一级控制区：主要污染物已无海洋环境容量，需要对入海污染物进行大规模削减的陆域区域。主要位于珠江口流域和深圳河流域，包括前海湾片区、深圳湾西片区和深圳湾东片区 3 个陆域水环境控制单元。”以及“第五十七条 深圳湾总体环保思路。大力削减污染物入海总量，着力增加海湾环境容量，巩固提高海洋生态健康水平，进一步提升滨海公共活动空间品质。”

上述阐述无不强调自然岸线是严禁占用、严禁对岸线进行围填海工程以及对深圳湾海域污染物的控制排放等。本项目属海底隧道工程项目，不占用岸线，无任何填海活动，而且不改变和影响滨海旅游现有的开发建设活动。施工期间所产生的废水、废渣均进行统一收集进行异地处理。项目运营期间不产生废水及生活污水，不对现有海洋生态环境

造成影响。因此，本项目符合《深圳市海洋环境保护规划（2018-2035）》的内容。

6.4.4 与《深圳市城市总体规划（2016-2035）》的符合性分析

根据深圳市人民政府发布《深圳市城市总体规划（2016-2035）》，“优先发展城市公共交通。构建以城市轨道交通为骨干、常规公交为主体、各种交通方式协调发展的一体化客运交通体系。积极推进以公共交通（尤其是轨道交通）为主导的城市开发模式，通过建设沿城市主要发展轴的大运量快速公共交通走廊，促进土地的集约利用，推动重点开发地区的建设。加大对公共交通的投入，优先保障公共交通设施建设用地需要，深化公共交通运营和管理机制改革，提高公共交通的整体服务水平。”

本项目是深圳地铁13号线二期（南延）工程的一部分，其建设符合《深圳市城市总体规划（2016-2035）》的发展要求和发展目标。

6.4.5 与《深圳市综合交通“十四五”规划》的符合性分析

根据深圳市交通运输局发布的《深圳市综合交通“十四五”规划》（2022年），大力推进城市轨道交通四期、四期调整工程建设，同步开展轨道建设期间交通网络疏解工作，确保城市交通平稳运行。全力建成5号线西延、8号线二期、6号线支线一期、12号线、13号线、14号线、16号线、20号线一期、3号线四期、6号线支线二期、7号线二期、8号线三期、11号线二期、12号线二期、13号线二期（南延）、13号线二期（北延）、16号线二期等线路，扩大城市轨道交通网络覆盖范围。加快推进五期建设规划编制及落地实施，加强对重点片区、重大项目和公共服务设施的轨道覆盖。因此，本项目为深圳地铁13号线二期（南延）工程一部分，符合《深圳市综合交通“十四五”规划》（2022年）的要求。

6.4.6 与《深圳市轨道交通线网规划（2016-2035）》的符合性分析

根据《深圳市轨道交通线网规划(2016-2035)》，以“构建引领粤港澳大湾区发展，协调区域与城市发展，支撑深圳建设全球一流城市，引导组团空间结构形成，打造以多层次、多模式、一体化的轨道交通为主体，与各种交通方式协调、可持续发展的的综合交通体系”为总体发展目标，全市共规划城市轨道交通线路33条，总规模约1335 km（含弹性发展线路约112 km），由市域快线和普速线路两个层次构成。其中，市域快线9条，495公里，普速线路24条，840公里。

本项目为深圳地铁13号线二期（南延）工程的一部分，需在2025年前完成。因此，符合《深圳市轨道交通线网规划(2016-2035)》。

6.4.7 与《深圳市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

根据深圳市人民政府发布《深圳市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（2021年），推进干线铁路、城际铁路、市域（郊）铁路、城市轨道交通融合，构建快慢结合、多层次的轨道交通网络，打造轨道交通为骨干的综合交通体系。协同周边城市推进轨道一体化发展，有序推进城市轨道交通规划建设。深化轨道交通投融资体制改革，积极引入社会资本参与。创新“枢纽+社区+产业”融合发展模式，建设一批开放式、立体化综合客运枢纽。**建成城市轨道交通四期及四期调整工程**，推动五期工程建设。

本项目属于四期调整工程中的项目之一，其建设符合《深圳市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的要求。

6.4.8 与《深圳市南山区国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

根据2021年7月1日深圳市南山区第七届人民代表大会第八次会议审议批准批准《深圳市南山区国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，该规划中提出“完成轨道四期工程12号线、13号线及四期调整工程、7号线东延、**13号线南延线路**的建设，加快15、20、21、24、27、29、5号线南延等前期研究工作。推动创新大道、龙珠大道等干道规划建设及改造。强化太子湾邮轮母港城市交通接驳支撑体系，升级深圳湾口岸内外交通系统。完善自行车专用道网络，建设立体多样慢行系统”。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析（论证重点）

7.1.1 选址区域社会经济条件符合项目用海需求

深圳位于珠江入海口东岸，是全国五个经济特区之一、副省级城市、计划单列市。深圳是连接中国内地和香港的重要纽带和桥梁，是华南沿海重要的交通枢纽，在高新技术产业、金融服务、外贸出口、海洋运输、文化创意等方面具有较强的影响力。

城市空间和交通拥堵成为目前制约深圳经济社会快速发展的主要瓶颈和障碍。《深圳市城市总体规划（2016-2035）》中城市空间结构以中心城区为核心，以西、中、东三条发展轴和南、北两条发展带为基本骨架，形成以“三轴两带多中心”的轴带组团结构。为适应深圳市经济社会和重点区域的发展需要，解决深圳城市发展交通拥堵的桎梏，全力支撑保障城市发展战略，深圳将通过“东进拓展、中轴提升、西部优化”三大会战来加快城市交通基础设施建设。

为有力支持深圳市城市发展总体目标的实现深圳市轨道交通第四期建设规划（2017-2022年）规划建设6号线支线、12号线、13号线、14号线、16号线共5个项目。根据《深圳市轨道交通线网规划（2016~2035）》、《深圳市城市轨道交通四期建设规划调整（2017-2022）》，13号线南延工程连接蛇口广场2号线东角头站、深圳歌剧院及深圳湾公园的日出剧场；通过在建13号线一期工程、同期的13号线二期工程（北延）连接蛇口、深圳湾口岸、后海中心、科技园、留仙洞总部基地、西丽、石岩、光明、公明等片区，为支持深圳南北向发展及中部重点地区建设提供一条南北向骨干线并兼顾市域快线功能。13号线起点为南山区东角头站，终点为光明区公明北站，线路全长约45.5km，设站30座，平均站间距约1.6km，全线分两期三段建设。二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约4.067km，设站3座，平均站间距1.3km，不新建段场及主所，控制中心设置于深圳NOCC内；是支撑深圳市西部发展轴带建设，支撑前海（蛇口）自贸区、空港新城地区城市发展，缓解南山区、蛇口片区交通拥堵的普速线路。

13号线二期（南延）工程的建设，是强化深圳西部发展轴带、促进城市合理布局的需要；是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的迫切需要；是支持前海（蛇口）自贸区、大空港地区发展的需要；是推动南山区土地集约化利用，带动沿线

产业升级的需要；是完善轨道交通网络，充分发挥轨网效益的迫切需要；是调控城市用地，改善投资环境，促进城市社会经济全面发展的需要；是支撑、落实深圳市“环境优先”、“生态立市”理念的需要；是改善自然、交通、投资环境，实现城市可持续发展的重要保障。

本项目的建设对推动深圳西部的快速发展具有十分重要的意义和必要性，因此，区域社会经济条件满足项目建设和运营的要求。

7.1.2 项目与区域自然资源、生态环境条件的适宜性

(1) 自然条件适宜性分析

项目所在的深圳市地处北回归线以南，冬夏季风交替明显，终年气温较高，偶有阵寒，长夏短冬，气候温和，日照充足，雨量充沛。春季天气多变，盛行偏东风；夏季长，盛行偏南风，高温多雨；秋冬季干燥少雨，盛行东北季风，属亚热带季风气候，因而本区气候温暖潮湿、雨量充沛、日照强烈，夏秋季多热带气旋影响。虽然该区域存在热带气旋、台风等极端气候，但持续时间较短，可通过采取预防措施降低极端气候的影响，且本项目为海底隧道工程，极端气候对项目的影响很小，因此，该区域的气候条件仍适宜本项目的建设。

(2) 工程地质条件适宜性分析

项目所在区域原始地貌为剥蚀残丘和海岸地貌，区内地势较平坦，总体西高东低，上覆地层主要由海相淤泥、含有机质砂、上更新统冲洪积软土、粘性土、砂层组成，表层为厚度不大的人工填土，填海区表层人工填土层较厚，填筑材料主要为块石、少量粘性土及砂砾，局部含有建筑垃圾，下伏基岩主要为燕山期粗粒花岗岩和加里东期混合花岗岩。

地层岩性特征为：沿线场地范围内上覆第四系全新统人工填堆土层（Q4ml）、全新世海冲积层（Q4m）、全新世海陆交互冲积层（Q4mc）、全新世冲洪积层（Q4al+pl）、晚更新世冲洪积层（Q3al+pl）、坡积层（Qdl）、残积层（Qel），下伏基岩为燕山第四期（早白垩世）（ $\gamma 53$ ）侵入花岗岩（主要为粗粒花岗岩）、加里东期（M $\gamma 3$ ）混合花岗岩（片麻状混合花岗岩）等。水文地质特征为地下水主要赋存在基岩裂隙中，与海水存在较强的水力联系；大气降水以及海水是主要补给来源；地下水对砾为微~弱腐蚀性；

项目位于歌~日区间段，本区间揭露地层有：素填土，填块石，淤泥、砾质黏性土，强~微风化粗粒花岗岩。该区段周边环境较复杂，隧道下穿海域和独立山，区间范围内地层可能出现起伏变化较大，软硬变化快，对围岩级别的划分以及施工工法的选择

有较大影响。海水与地下水系统有较强水力联系，水文地质条件复杂。场地工程地质条件较差，属复杂场地。

根据《深圳市区域稳定性评价》（1991年）、《深圳市地震危险性分析和地震烈度评定》等技术资料分析结果：线路穿越的各断层均为非活动性断裂，深圳地带的现今活动量微弱，至目前尚未发现明显的应力和能量集中迹象，近期可排除突发性活动的可能性，地壳相对基本稳定。

本项目涉海段采用盾构法，选用泥水平衡盾构机以达到适应不同地层的目的；通过施工中保持盾构开挖面地方稳定和即使填充隧道与地层之间的建筑空隙以及盾构的掘进参数控制等措施，有效控制地表沉降。因此，该区域的地质条件适宜本项目的建设。

（3）水动力条件适宜性分析

项目位于深圳湾海域，后海河河口海底区域，陆域岸线为深圳湾公园，海域范围内海水深较浅。项目所在海域现为河口海域。拟建项目位于伶仃洋东岸，深圳湾北部海岸，受伶仃洋口门星罗棋布的佳蓬群岛与万山群岛的掩护以及伶仃洋浅水地形的作用，外海深水波浪的衰减作用较明显，影响深圳湾北岸的波浪主要是伶仃洋海域生成的风成浪。外海浪受伶仃洋内岛屿的遮拦和浅滩摩阻影响，逐渐消能，传至本区其影响已很小。

深圳西部海域底表层沉积物以细颗粒物质为主，其中中值粒径为 0.055 mm 左右，粘土质粉砂和粉砂质粘土约占 50%~60%，主要分布在浅滩区域，局部砾砂和粗砂以及混合型沉积物主要分布在深槽或水动力较强的水域。蛇口港区水域泥沙来源主要以陆域来沙为主，也存在海向泥沙的影响，人为工程影响也会给西部港区增加陆域沙源，工程水域海床演变特征基本呈洪淤枯冲规律，其趋势是以淤积为主。据多年实测资料显示，本项目所在海域涨、落潮含沙量介于 $0.102 \text{ kg/m}^3 \sim 0.112 \text{ kg/m}^3$ 之间，平均值为 0.11 kg/m^3 左右。

据交通部天津水运科学研究所对深圳港蛇口客运码头改扩建工程开展的二维潮流数值模拟分析，在现状条件下，本工程附近区域涨、落潮平均流速分别为 0.16 m/s 和 0.15 m/s 左右。

因此，项目选址区的潮流、水动力、泥沙冲淤条件等适宜项目建设的需要。

（4）生态环境适宜性分析

本项目盾构法施工位于海底以下，海底竖向距离 18.94 m ，不接触海水，不会对海水水质环境造成影响，仅会对沉积底土造成一定的破坏。但由于管道至海底表面距离约 18.94 m ，这种影响相对较小，不会对海洋沉积环境产生较大影响。海洋生物的分布范围

主要在水层和40 cm以上的海底沉积物内，底土下40 cm底栖生物活动较少，因此盾构法施工也不会对海洋生物产生直接的影响。仅在发生突发性塌陷事故才会而造成海底底栖生物被填埋而影响用海海域生态的稳定性。但突发性事故的发生机率很小，因此本项目对占用海域生态稳定性影响很小。

本项目用海位于深圳市深圳湾内，后海河河口，深圳湾公园附近，无典型海洋生态系统或珍稀濒危动植物物种，本项目施工过程中对海洋生态系统的影响主要为弃土堆放、晾晒时产生的悬浮物和施工器械震动产生的噪声，进而对海洋生物产生间接影响。由于盾构隧道的始发井、接收井距离海域较近，施工过程中产生的弃土堆放，以及转移至晒土场进行晾晒时在降雨天气的影响下，造成水土流失，从而增加周围海域环境的悬浮物含量，破坏项目附近海域的水质环境，从而对浮游生物造成不利影响。本项目始发井、接收井开挖面积小，晾晒泥土的总体流失量也不大，而浮游生物群落也可重新建立，因此本项目在施工期对浮游生物的影响很小。项目施工和运营期正常情况下对区域生态环境的影响较小，本项目与区域生态环境具有适应性。

综上所述，项目选址与该区域气候条件、地质条件等均相适宜，工程施工难度程度适中，且引起该区域水动力等自然条件变化较小，对该区域生态环境影响较小，从自然、环境等条件因素考虑是可行的。

7.1.3 可能存在的安全和环境风险

(1) 可能存在的安全风险

本工程最大的风险是施工过程中坍塌事故，以及运营期由于地震等自然灾害引发坍塌事故。目前深圳湾堤岸总体稳定性较好，未见明显岸坡滑塌现象，但本区间隧道盾构法下穿后海河河口海域，海水与地下水之间水力联系密切，属复杂场地。当发生地震等灾害或施工不当时，可能出现塌方、冒顶至地表引发海水倒灌入隧道的严重事故。

施工前应做好该段防涌水、突水措施准备，可有效避免相关风险。例如做好相应地段隧道支护、止水及监测工作，同时应备足抽水设备及止水材料，做好应急预案方案等。

(2) 可能存在的环境风险

环境风险主要体现在施工期间产生的各类污染物，包括施工过程中将造成泥沙散落、海水浑浊以及局部淤泥，从而改变海洋动力状况，降低海水自净能力；施工船舶和人员产生的生活污水和含油污水造成对海水水质环境的影响；运输车辆产生的施工粉尘、施工机械排放的废气以及施工船舶和运输车辆排放的尾气会对局部空气质量产生影响等。

本项目在施工和营运期可能出现的环境问题可以采取一些措施进行预防和处理，如加强海洋气气象预报、设立专职安全监督员，加强车辆和船舶的安全管理，建立详细的溢油应急计划等积极预防，对油污水、生产污水、生活污水进行收集处置，严格禁止向海域排放，杜绝污染事故特别是溢油事故的发生。

通过采取各种措施，本工程项目的建设可以有效预防安全事故的发生。

7.1.4 项目选址与其他用海活动相适应

由章节 5.1 可知，项目周边的海域开发活动包括南海集团后海滨海路以东填海工程、深港西部通道填海工程、深圳湾滨海休闲带工程、深圳地铁 2 号线和深圳湾大桥等，由此可知，周边其它用海活动均属填海工程用海。本项目为城市轨道交通项目，用海方式为海底隧道，与周边的填海造陆用海功能兼容，其用海活动不会对周边用海活动产生影响。因此，本项目建设与周围其他开发活动不存在冲突，与周边用海活动相适宜。

7.1.5 项目用海选址的唯一性

13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.1km，设站 3 座，平均站间距 1.367km，不新建段场及主所，控制中心设置于深圳 NOCC 内。歌～日区间长 1409m，主要穿越深圳湾公园、望海路。区间出歌剧院站后，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线车辆段出入段线区间，水平净距约 18.25m；下穿前海河，隧道埋深高程范围-28.25m 至-19.29m（当地理论最低潮面），侧穿及下穿规划望海路公路隧道；既有地铁 2 号线进出场线区间为单层两跨结构，结构厚度 600mm，围护结构为 800 连续墙，区间隧道与其水平间距 18.25m；规划望海路隧道为 15.7m 大直径盾构，上下两层双向 6 车道，结构厚度 650mm，与本项目同期建设。见图 7.1-1。

项目平面布置依据规划线位所确定的路线走廊，结合沿线地形、地貌、水文、地质等自然条件以及沿线主要城镇发展规划、路网布局等进行布线，落实《深圳市轨道交通规划》，充分应用安全选线、环保选线进行平纵面设计，减少房屋及其他拆迁，重视环境保护，减少对自然景观的破坏，减少噪音和废气污染。路线平纵指标掌握均衡，在不过多增加工程量的情况下，尽量采用较高平竖曲线半径，讲究平纵配合以及与自然景观相协调。故该项目的用海选址是唯一的。

略

图 7.1-1 歌～日区间隧道侧穿 2 号线进出场线、规划望海路隧道示意图

7.2 用海平面布置合理性分析

(1) 总平面布置原则

本项目总平面布置的原则为：以满足《深圳市海洋功能区划》、深圳市及南山区的相关规划与相关技术规范的要求为前提，尽量节省用地；做到合理利用自然条件，充分考虑工程水域开发建设现状，与现有项目紧密结合，相互依托，协调规划；优化工程设计，工艺流程顺畅；充分考虑工程总体布局实施的可操作性；满足环境保护、消防、安全、节能等方面的要求。

(2) 项目平面布置体现了集约用海的原则，总用地面积满足项目需求

根据图 2.2-1 项目总平面布置图来看，本工程需下穿前海河口海域，采用盾构法施工，歌剧院站始发，日出剧场站接收。歌~日区间左线海底隧道长 47.4m，右线海底隧道长 93.8m。工程全部为暗挖海底隧道，不占用岸线。体现岸线集约、节约用海的原则，能最大程度地减少对所在海域水文环境的影响，有利于所在海域的生态和环境保护，项目建成后与周边其它用海活动无冲突，可继续实现海洋功能的合理利用。

(3) 项目平面布置与周边其它用海活动相适应

由第 5 章海域开发利用协调分析可知，项目用海与周边的其它用海活动均无冲突。项目的总平面布置为较规整的类梯形，根据第 5.3 节利益相关者协调分析可知，在以合理管理为前提的情况下，本项目的平面布置与周边的用海活动应是无冲突的。

(4) 线路方案比选

本线连接了蛇口片区、深圳市歌剧院、深圳湾公园和深圳湾口岸，沿线主要为滨海公园，环境景观要求高，高架敷设的条件不理想，全线采用地下敷设。歌日区间受既有 2 号线线站位和规范望海路隧道的影响，在综合考虑城市地形、填海工程、望海路隧道工程、深圳湾公园及相关城市规划，结合对客流覆盖、工程施工难度以及根据线路与深圳湾口岸港方管理区及深圳湾公路大桥的关系，对该段线路提出两个方案进行研究比选。

1) 方案一：下穿深圳湾口岸港方管理区（建设规划方案）

线路出日出剧场站后，进入深圳湾口岸敷设，再经 2 号线出入线南侧，进入规划歌剧院的北侧设置歌剧院站，见图 7.2-1。

线路进入深圳湾口岸后从汽车边检站和深圳湾公路大桥匝道桥的桥台之间穿过，见图 7.2-2。

线路接近深圳湾口岸南端用地红线时，下穿深圳湾消防局两栋二层建筑，该处位于日出剧场站～歌剧院站区间中部，线路埋深约 25.5m，见图 7.2-3。

线路下穿深圳湾公路大桥 A 匝道，匝道桥采用直径 1.8m 嵌岩桩，桩底进入中风化岩 3m 或微风化岩 1 倍桩径，与桥桩最小净距 2.7m，满足结构安全要求及桥面交通正常通行，见图 7.2-4。

该方案进入口岸用地红线范围内长度约 650m，线路下穿口岸区域管辖权属于香港特别行政区；经与口岸办沟通，线路下穿口岸涉及到港方、边检、海关等部门，流程复杂，协调时间不可控。

方案优缺点分析：

优点：线路顺直，线形条件较好；下穿匝道桥数量较少；

缺点：下穿口岸涉及到港方、边检、海关等部门，流程复杂，协调时间不可控。

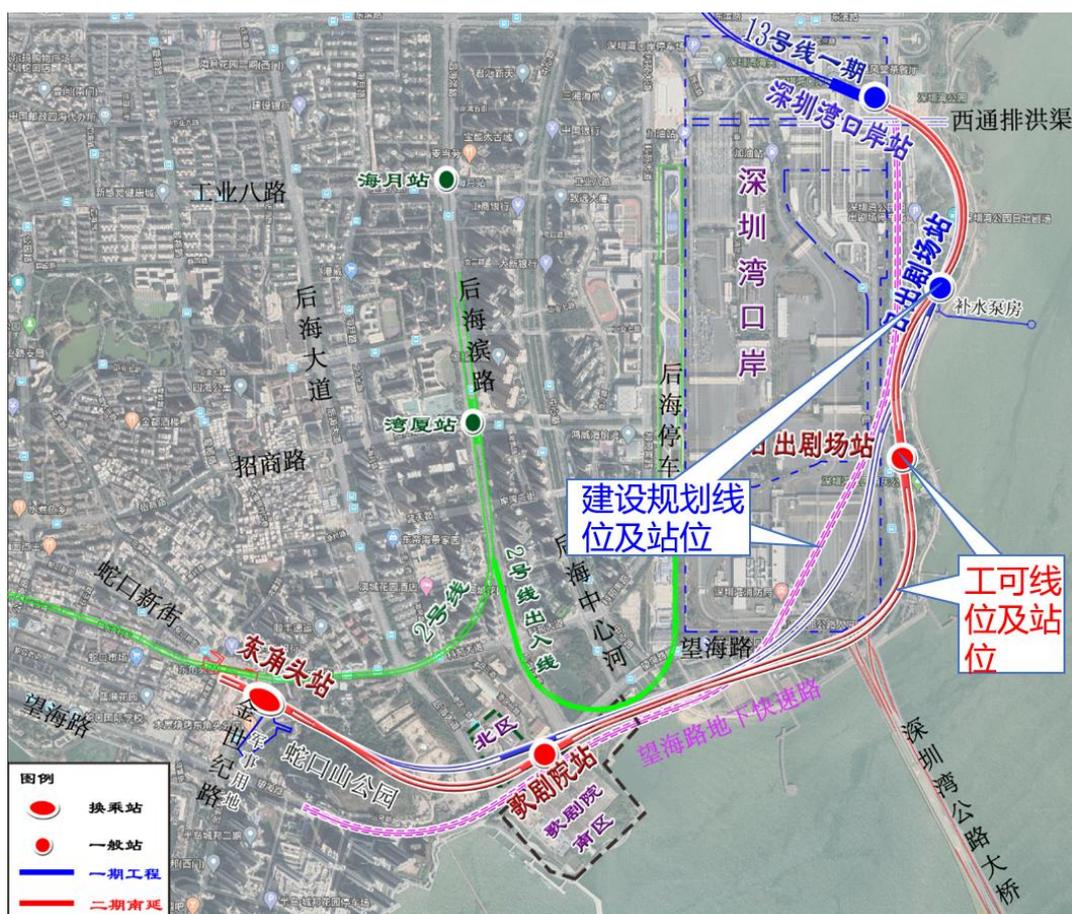


图 7.2-1 日出剧院站～歌剧院站段方案比选示意图



图 7.2-2 线路穿越深圳湾口岸平面示意图



图 7.2-3 线路下穿深圳湾消防局二层建筑
略

图 7.2-4 线路下穿深圳湾大桥 A 匝道

2) 方案二：绕避深圳湾口岸港方管理区（详规方案）

线路出日出剧场站后，沿深圳湾口岸东侧向南敷设，下穿深圳湾公路大桥连通口岸的 4 座匝道桥后，经 2 号线出入线南侧进入歌剧院站。见图 7.2-5 和 7.2-6。

该方案采用 R-350m 小半径曲线下穿深圳湾公路大桥，完全绕避口岸用地红线，线路增长约 150m。

方案优缺点分析：

优点：绕避深圳湾口岸港方管理区，不涉及港方，协调难度低，工程可实施性强，可保障工期要求。

缺点：线路增长 150m，线形条件一般，工程投资增加 3100 万元，下穿匝道桥数量

较多。

略

图 7.2-5 地铁线路与深圳湾公路大桥匝道桥桥桩的关系



图 7.2-6 深圳湾口岸站（不含）～歌剧院站段线站位示意图

3) 综合比选

两个方案的综合比选见表 7.2-1。

表 7.2-1 方案综合比较表

序号	比较项目	方案一 下穿深圳湾口岸港方管理区	方案二 绕避深圳湾口岸港方管理区
1	线路长度	2130m	2280m（长 150m）
2	曲线最小半径	R-750m	R-350m
3	运行时间	115s	138s（增加 23s）
4	与匝道桥的关系	下穿 A 匝道，与桥桩最小净距 2.7m	依次下穿 C-A-B-D 4 座匝道桥，与桥桩最小净距 2.4m
5	工程实施性分析	进入口岸 650m，涉及港方、边检、海关等部门，流程复杂，协调时间不可控	不涉及港方，容易协调，工期可控
6	是否穿越后海河	是	是

7	工程投资	/	增加 3100 万元
推荐意见			推荐

虽然方案二（绕避深圳湾口岸港方管理区）线形条件一般，工程投资增加，但可避免和港方的协调以及相关审批程序时间不可控的问题，工期可得到保障，可实施性强；综合考虑**推荐方案二**。

7.3 用海方式合理性分析

本项目的用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。

（1）用海方式与区域自然、社会条件相符合

本工程所在区域气候、地形地貌条件较好，地质条件相对稳定，可满足项目建设要求。13 号线二期（南延）工程的建设可进一步满足和提升深圳（特别是南山蛇口片区）市民文化、休闲、娱乐的高品质交通需求，提升蛇口方向居民至歌剧院、深圳湾公园及深圳湾口岸的可达性，有效支撑城市近期建设重点片区的发展，对于支持城市经济发展和产业空间转型具有重要意义。13 号线南延工程的修建将极大地改变沿线居民的出行模式，方便、快捷、安全的轨道交通将成为沿线绝大多数居民首选的出行方式，将带动沿线空间布局的新一轮优化调整，以良好的交通基础设施引导城市主要发展方向的土地开发利用，使深圳公共交通体系向“高效、节约、环保”方向发展，提升城市的总体发展水平。同时，项目用海方式与周围其他开发活动不存在冲突。

因此项目用海方式与区域社会和自然条件相适宜。

（2）用海方式与区域海洋生态系统相适应

本项目的用海方式为构筑物用海的海底隧道用海，项目建设不占用岸线，有利于维护海域岸线的基本功能。本项目海底隧道采用盾构法施工，最大程度地减少对海域自然属性的影响，有利于维护海域基本功能；盾构法施工可以最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响和减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

在项目工程施工期间对水环境的影响主要来自施工人员产生的生活污水和弃泥/土的堆放可能产生的水土流失，但在建立污水处理设施与采取一些水土保持措施的情况下，项目建设对所在海域生态环境的影响是很小的，不会对环境产生明显的影响。用海方式对海洋生态系统影响不大。

(3) 用海方式与用海规划相符合

本项目用海方式符合《深圳市国土空间规划》的片区要求，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在海域的海洋功能区为深圳湾保留区，海域使用管理要求为通过严格论证，合理安排相关开发活动；严格控制围填海，严格限制设置明显改变水动力环境的构筑物。项目是海底隧道，用海方式为海底隧道用海，不改变水动力环境，因此，项目用海方式与用海规划是相符的。

(4) 用海方式与周边其他用海活动相协调

根据章节 5 海域开发利用协调分析可知，项目与周边其它用海项目皆属于填海工程和交通运输用海，项目用海与周边的其它用海活动均无冲突。在严格遵照相关规章制度文明施工，与邻近项目业主单位做好充分沟通交流的前提下，可将产生的影响降到最低。因此，本项目的用海方式与周边其他开发利用活动相适宜。

综上所述，本项目的用海方式是合理的。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目坚持节约集约利用岸线、最大程度减少岸线占用的原则，根据项目用海平面布置和用海规模，从提高岸线的利用效率、有利于岸线的功能发挥、与岸线后方陆域及紧邻岸线的功能衔接性、对周边岸线资源的影响等方面，本项目采用盾构法施工，不占用岸线，但穿越人工岸线 52m，不改变岸线自然形态，不影响岸线生态功能。因此，本项目穿越岸线是合理的。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积量算

(1) 用海界址点的确定

根据该项目初步设计的平面布置图上的坐标，平面布置图采用深圳独立坐标系，宗海图根据规范采用 CGCS2000 大地坐标系，运用网络 CORS 技术分别测量深圳独立坐标及 CGCS2000 坐标系下成果后进行转换。再根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），海底隧道工程需外扩 10m，由于本项目与望海路隧道实际最大距离为 14.96m，双方各外扩 10m 时会有重叠用海，不利于确权，通过现场勘察和分析，本项目与望海路隧道之间均为外扩保护用海距离，因此，本项目外扩保护用海距离与望海路隧道平均分，约 7.1m，确定了本项目用海的各界址点，实现本项目与望海路隧道用海无缝对接。本项目

用海界址点坐标见表 7.5-1。

表 7.5-1 深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程宗海界址点坐标

界址点编号及坐标（北纬 东经-CGCS2000 坐标系）					
1	22° 29' 17.429"	113° 56' 20.863"	7	22° 29' 18.889"	113° 56' 21.283"
2	22° 29' 18.222"	113° 56' 23.052"	8	22° 29' 18.684"	113° 56' 21.300"
3	22° 29' 18.553"	113° 56' 24.008"	9	22° 29' 18.461"	113° 56' 21.281"
4	22° 29' 18.581"	113° 56' 23.858"	10	22° 29' 18.212"	113° 56' 21.209"
5	22° 29' 18.850"	113° 56' 23.159"	11	22° 29' 17.913"	113° 56' 21.102"
6	22° 29' 19.274"	113° 56' 22.413"	12	22° 29' 17.622"	113° 56' 20.971"

（2）项目用海面积的计算

本项目隧道右线涉海段长 93.8m，隧道左线涉海段长 47.4m，隧道埋深高程范围 -27.4m 至 -17.8m（当地理论最低潮面）。根据数字化宗海界址图上所载的界址点 CGCS2000 平面坐标，利用相关测量专业的坐标换算软件，将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影 3° 带、114° 为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。本项目海域使用面积的量算是在海域使用界址点确定后，采用数学方法计算得出，计算公式如下：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad (7.3-1)$$

对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 xi、yi(i 为界址点序号)，用坐标解析法，通过手工或计算机图形处理系统计算面积 S。

根据内外界址点计算得，采用 AutoCAD2010 软件对深圳市轨道交通 13 号线二期(南延)工程区间所封闭的海域，利用面积查询工具，计算得出项目总用海面积 0.2249 公顷，界址点 1→2…→12→1 号。用海方式为海底隧道用海。

7.5.2 面积合理性分析

本项目论证阶段总申请用海面积 0.2249 公顷，均为海底隧道用海，不占用岸线。经过论证，项目实际用海面积不变。申请批复的用海面积为 0.2249 公顷，项目申请用海面积与实际用海面积相同。

（1）项目用海面积满足项目需求

二期（南延）工程由一期工程深圳湾口岸站站后引出，下穿望海路和西通排洪渠后转向西南敷设，于深圳湾公园内设日出剧场站，出站后跨越规划望海路地下快速路后从深圳湾口岸东侧绕行，下穿深圳湾公路大桥后，经 2 号线出入线南侧进入规划歌剧院北侧、望海路下方设歌剧院站，出站后折向西北下穿蛇口山公园，终于蛇口广场设东角头站与 2 号线换乘。线路全长约 4.1km，共设站 3 座，平均站间距 1.367km，最大站间距 1.624km（日出剧场站至歌剧院站），最小站间距 0.993km（深圳湾口岸站至日出剧场站）。

歌~日区间采用盾构法施工，区间长 1409m（海底隧道长 93.8m）。从歌剧院站始发，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线车辆段出入段线区间，水平净距约 18.25m；下穿前海河，隧道埋深高程范围-28.55m 至-19.29m（当地理论最低潮面）；之后穿越深圳湾公园海风运动广场；下穿望海路、深圳湾大桥、深圳湾公园婚庆公园、潮汐湿地后至日出剧场站，在日出剧场站接收。基于上述设计方案，本项目用海面积 0.2249 公顷，用海面积满足项目用海需求。

（2）项目用海面积量算的合理性

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。在充分考虑本项目所在海域的自然属性和用海需求的基础上，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）关于宗海界址界定的有关规定，根据用海区域的界址点坐标作为宗海图绘制的基础数据，结合现场调查和测量以及所在海域的基础地理资料，利用 AutoCAD2008 软件的计算功能求得项目用海总面积 0.2249 公顷。

因此，本项目用海面积的量算是符合《海籍调查规范》和《海域实用面积测量规范》的，项目用海面积的量算是合理的。

（3）项目用海减少海域使用面积的可能性

根据项目工程平面布置，项目用海总面积 0.2249 公顷，用海方式为海底隧道用海。项目平面布置紧凑，在充分考虑本项目实际使用需求和未来发展的情况下，项目用海减少海域使用面积的可能性很小。

7.5.3 宗海图绘制

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）宗海界址界定的基本原则，在充分考虑本项目所在海域的自然属性和用海需求的基础上，由深圳市勘察研究院有限公司（测绘资质证书号：甲测资字 44001017）根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018），绘制完成了本项目的海域界址点的测量及宗海

位置图、宗海界址图绘制工作，见图 7.5-1 和图 7.5-2。

地铁十三号线宗海位置图

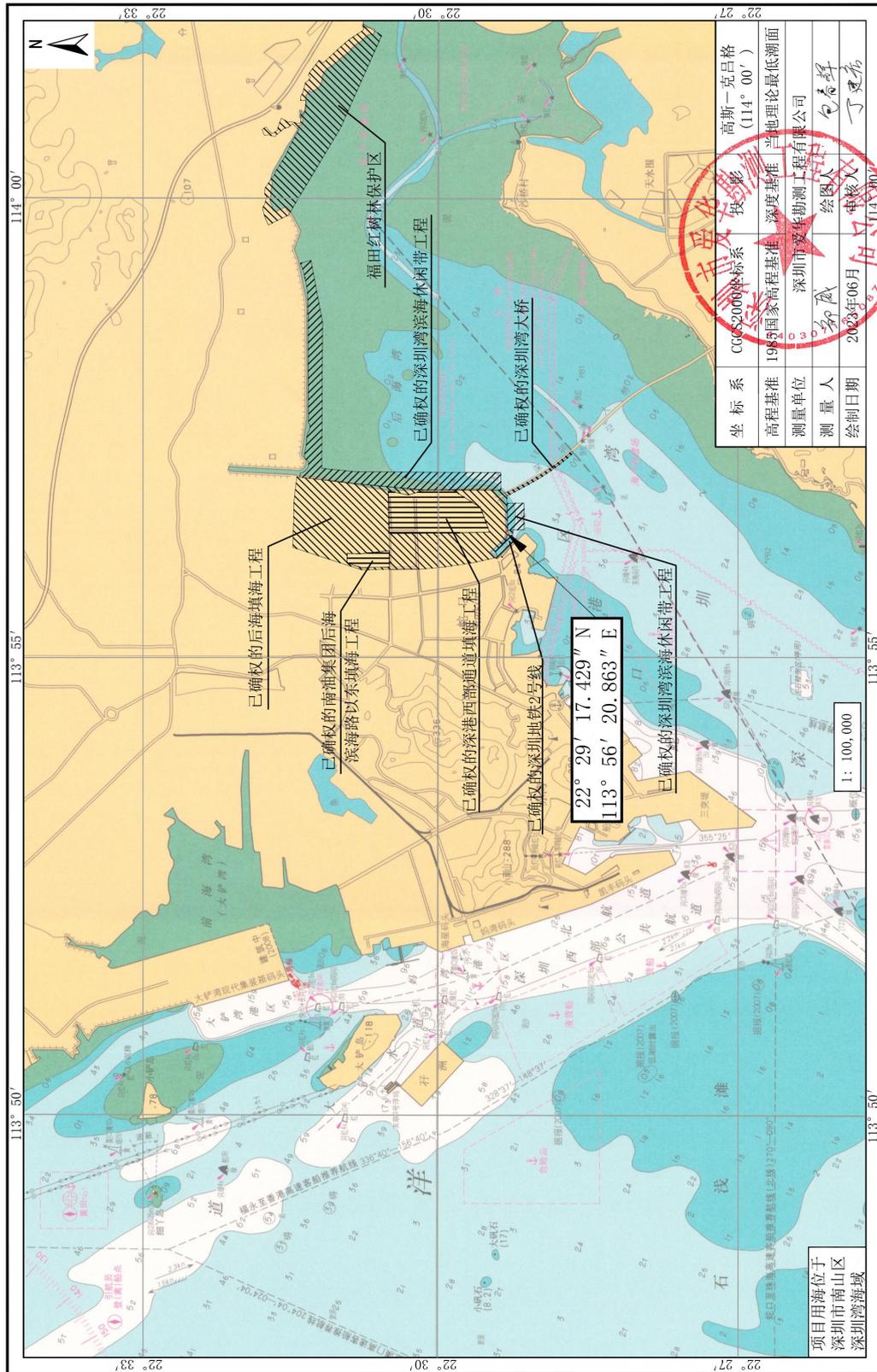
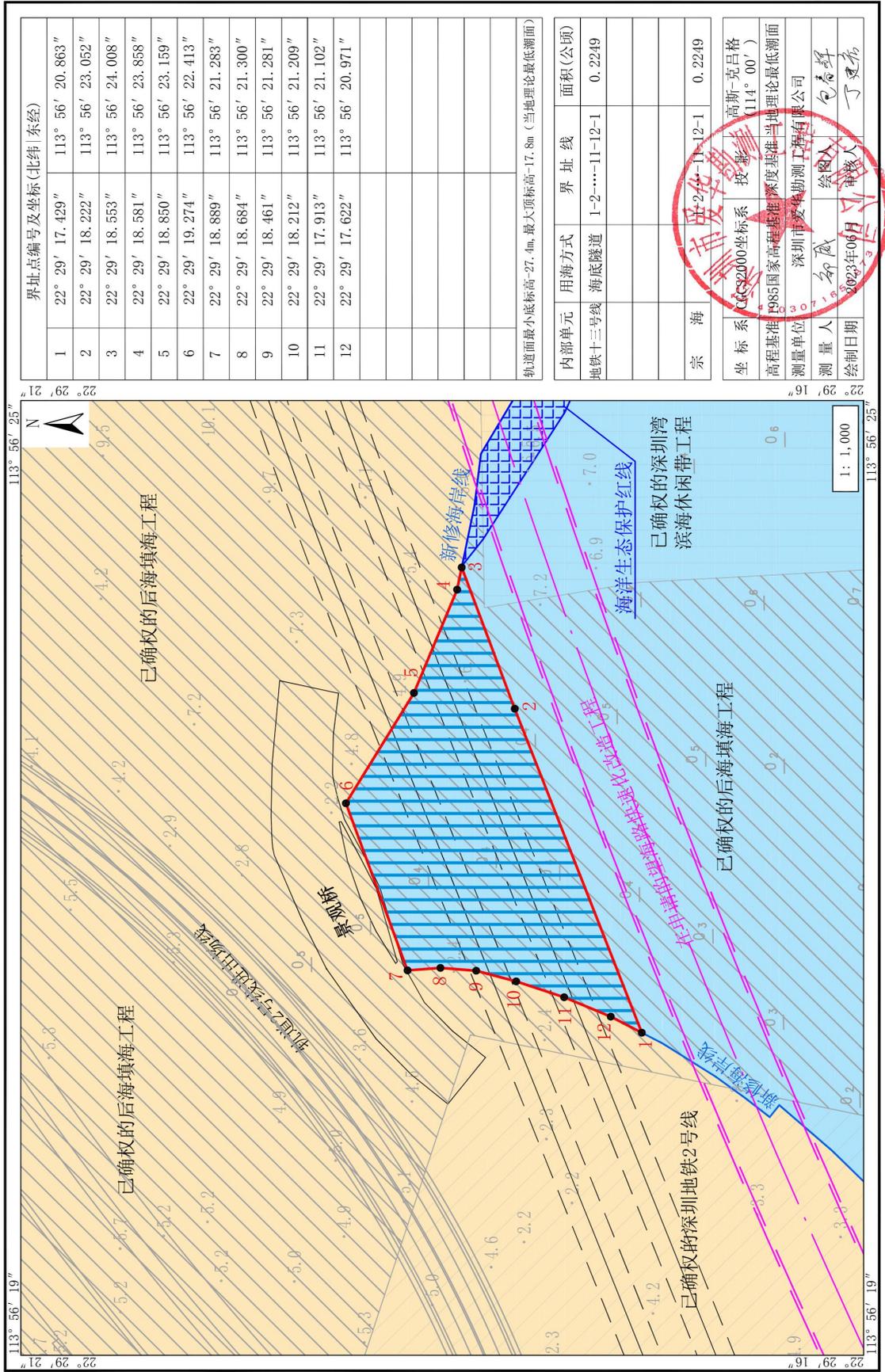


图 7.5-1 项目宗海位置图

地铁十三号线宗海界址图



7.4 用海期限合理性分析

按照《中华人民共和国海域使用管理法》规定，使用某一固定海域连续三个月以上的排他性开发利用活动都需提出海域使用申请。海域使用的对象为从海底到海面所构成的海域空间，包括水面、水体、海床和底土。根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条，海域使用权最高期限，按照下列用途确定：(一)养殖用海十五年；(二)拆船用海二十年；(三)旅游、娱乐用海二十五年；(四)盐业、矿业用海三十年；(五)公益事业用海四十年；(六)港口、修造船厂等建设工程用海 50 年。

本项目是深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程的一部分，主体结构设计使用年限 100 年。用海性质为经营性用海，交通设施工程属于公益事业。按照《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条对公益事业用海项目海域使用权最高 40 年期限的规定，本项目申请 40 年用海期限是合理的。

8 生态用海对策措施

8.1 概述

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海面积为0.2249公顷，不占用岸线，海底隧道施工采用盾构法施工，穿越人工岸线52m，不改变岸线自然属性和生态功能。

8.2 生态用海对策

8.2.1 生态保护对策

（1）科学设计合理的用海范围以及总平面布置方案

本项目平面布置依据13号线二期（南延）工程的定位，本着服从区域用海规划，综合考虑各种因素，合理确定项目用海的范围；充分考虑对海湾现状、潮流、波浪、岸滩、泥沙等自然条件的影响，合理确定总平面布置方案；满足交通运输和轨道交通规划等的要求，合理布置地铁线路走向；本项目为海底隧道工程，海底竖向距离18.94m，不利用水域资源；工程建设要注意环境和生态保护，符合劳动保护和安全卫生方面的要求等总平面布置原则的前提下，结合地形、地貌、水文、地质等自然条件进行设计，减少对自然景观的破坏。

（2）综合考虑项目的选址

通过选址方案，认为在深圳湾前海河口海域最佳，因为该方案对相邻工程影响较小，同时符合集约用海、节约岸线原则，而且珠江口深圳湾海域自然条件、现场场地条件良好，满足海域开发要求，项目建设条件较好。总体而言，本项目选址与用海平面布置将对周围海域资源、环境和生态的影响较小。

（3）注重绿化建设

绿化作为地铁站环境中的重要景观元素，不仅可以减轻地铁运营后所带来的环境污染影响，而且可以使区域生态环境得到有效改善。工程在设计规划中应充分注意环境绿化问题，通过合理的环境绿化布置和树种选择，建设一个绿化、美化、香化、净化的站台工程项目。从生态学功能出发，绿地系统分为防护绿地、单位附属绿地、道路绿地、居住区绿地、生产绿地五个类型，做到点、线、面相结合的完整的绿地系统，防护绿地以大面积的绿带和防护功能为主，将能对场区起到抗风作用。而本工程陆域为深圳湾公园，工程实施后，在深圳湾公园维护绿花或进行种草植树，可有效改善周边环境，防止水土流失等，对区域陆域生态环境无影响。

(4) 选择合适的用海方式

本工程不占用岸线，工程根据线路走向，满足集约化布置原则，海底隧道建设不改变海域自然属性，仅海床属性。本项目用海方式对所在海域的岸线和海域属性基本无影响。本项目用海方式为隧道用海，采用盾构法施工，这种布置实际所占海域面积较小，且对海域水动力条件、泥沙冲淤、生态环境等海洋环境的影响最小。因此，本工程的用海方式是合理的。

(5) 施工期污染物的控制

本项目采用盾构法进行施工，工程正常施工均位于海底以下，不接触海水，不会对海水水质环境造成影响。施工期产生的生活污水和施工过程产生的废水均集中收集处理，不排放入海，不会对海水水质环境造成影响。营运期不产生污染物排放。

8.2.2 生态跟踪监测

作为环境管理和环境保护措施、计划制定的依据，环境监测计划的实施在规划实施过程中是必不可少的。环境监测应委托有相应资质的环境监测部门实施，技术要求及监测计划的制定可参照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规范（2002）》，监测单位应提交有效的计量检测认证的成果。根据本项目工程特点和主要环境影响问题，参照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程（2002）》的要求，主要制定本项目环境监测计划计划，见表 9.1-1 与图 9.1-1。由受委托单位开展对项目周边海域生态环境等影响的动态监视监测，并将监测结果报送监管单位。如发现在项目实施后，因累积效应对环境和生态产生不良影响的，应尽快查清原因，采取改进措施。

根据项目用海类型、用海方式和《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，现制定监测计划如下：

(1) 水质监测

- ① 监测站位：在本项目附近海域布设 3 个采样站位。
- ② 监测项目：SS、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷等 8 项。
- ③ 监测频率：每年春秋季各监测 1 次，施工完成后监测 1 次。

(2) 沉积物监测

- ① 监测站位：于水质监测站位中选取 2 个站。
- ② 监测项目：石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷等 7 项。
- ③ 监测频率：与水质监测同步。

(3) 沉降监测

① 监测站位：用海两端各设 1 站位，共 2 个站位。

② 监测项目：地面沉降。

③ 监测频率：施工前监测 1 次，施工后监测 1 次。

(4) 数据分析与质量保证

应满足《海洋监测规范》(GB17378.2-2007)和《海洋调查规范》(GB12763.7-2007)的要求。

(5) 执行单位和监测单位

委托有资质的环保监测部门具体执行，由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。



图 9.1-1 环境监测站位图

表 9.1-1 采样站位信息表

站位	东经	北纬	监测内容
S1			水质、沉积物
S2			水质
S3			水质、沉积物

S4			地面沉降
S5			地面沉降

8.3 生态保护修复措施

根据第四章的资源生态影响分析的结果：①本项目采用盾构法进行施工，工程正常施工均位于海底以下，竖向距离 18.94m，不接触海水，不会对海水水质环境造成影响。施工期产生的生活污水和施工过程产生的废水均集中收集处理，不排放入海，不会对海水水质环境造成影响。营运期，项目自身不产生污水，不会对海洋水质环境造成影响；②海底隧道需要从海底通过，项目施工过程将破坏一定的沉积底土。根据项目施工期水环境影响分析结果，施工期本项目产生的废水将不会带来明显的水污染影响，施工机械产生的油污水经收集后由有资质的单位接收处理。因此，基本不会对海洋沉积物环境质量产生影响。③对海洋生物的影响则随着施工的开始，影响很小且短暂的。综上，本项目对生态环境的影响很小，无需开展系统性的生态修复措施。

从项目设计开始就应该把重视生态保护作为基本原则，贯穿在项目建设的设计、施工、运营全过程。

(1) 严格按照海洋功能区划的要求，采用对海洋环境和资源的影响与破坏最小的方案。如：设计施工方案须经充分、科学地论证，尽量采用先进的施工工艺，设置足够的环保设施等。

(2) 施工过程中严格按工程设计标准实施，并采取相应的环保措施。如：施工期产生的固体废弃物、淤泥、岩浆、生活污水、油污水严禁向海域排放，应有严格的管理和处置方案。

(3) 运营期要建立严格的规章制度，规范操作，严格监控，及时掌握生产及海洋环境状况，杜绝事故隐患，保持环保设施的正常进行。

(4) 建立统一的安全监督和环保机构，负责施工期及运营期的安全监督和海洋环境监测，制定海洋环境与资源的保护规划，作好风险事故应急计划，定期对项目周边海域的海水水质、沉积物、海洋生态等进行监测，掌握海域污染状况，以便及时采取有效措施改善环境。

(5) 对项目的海域使用过程出现异常情况必须向相关管理部门报告，并及时采取科学、合理的控制措施，并接受海域使用监督机构的检查监督。

9 结论

9.1 项目用海必要性分析结论

深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程在轨道交通线网中具有重要地位和作用，13 号线二期（南延）工程的建设，可以充分发挥轨道交通已建项目运营效益，有效改善城市道路交通状况，是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的需要。因此，本项目建设是必要的。

本项目用海符合深圳市城市轨道交通建设规划，用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。本项目歌~日区间（用海部分）全线采用地下敷设方式，项目用海为海底隧道是必要的。

总之，深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程的建设，是强化深圳西部发展轴带、促进城市合理布局的需要；是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的迫切需要；是支持前海（蛇口）自贸区、大空港地区发展的需要；是推动南山区土地集约化利用，带动沿线产业升级的需要。综上所述，项目用海是必要的。

9.2 项目用海符合国土空间规划管控要求

项目用海符合《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》管控要求。本项目位于广东省国土空间规划的粤港澳大湾区内，管控措施有保护生物多样性和海域生态保护红线，加强陆海生态系统保护和修复等。

项目用海符合《深圳市国土空间规划（2020-2035 年）》管控要求。深圳市国土空间规划明确指出：（1）居民出行便捷高效，建设轨道都市。建立以轨道交通为主体、客运枢纽为核心、其他公交方式为补充的城市公交体系。建成 1000 公里以上的地铁网络，实现都市核心区与外围城市功能中心 45 分钟可达。（2）构建陆海发展空间格局。以海岸带作为陆海空间耦合的重要发展轴带，构建城海交融的“一带、三区、多单元”海岸带空间结构。引领城市向海发展、统筹陆海生态保护和资源利用的海岸带。海岸线向陆一侧划定 35-100 米核心管控区和协调管理区，强化海岸带管控。划定 15 个海岸带空间单元，综合统筹海岸带地区生态保护、防灾减灾、功能布局、设施配建、交通组织、风貌塑造等规划建设要求。（3）严格保护利用海洋资源。对海岸线、无居民海岛、重要滨海湿地、沙滩、珊瑚礁、海洋生物资源实施差异化保护利用策略，改善海洋生态环

境，提升海洋资源利用效率和水平。（4）丰富亲海乐海生活体验。加强与海湾、海岸的公共空间连接，通过岸线活化、生态环境优化、文化功能植入等方式，丰富滨海公共场所体验。

项目用海符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》管控要求。本项目位于深圳湾前海河河口，广东省国土空间生态修复规划指出：加强河口、海湾、滨海湿地、红树林与小微湿地保护修复，推进城市黑臭水体综合整治，强化岸边带治理和管控。推进珠三角及沿海水鸟生态廊道建设工程，加强汕头韩江一榕江口、汕尾海丰、惠州考洲洋、**深圳湾**、广州南沙—中山翠亨新区—珠海淇澳、江门镇海湾、阳江海陵湾、茂名水东湾、湛江雷州半岛东西两侧海湾、肇庆星湖等重要节点的湿地保护和修复。

综上，本项目用海类型为海底隧道，采用盾构法施工，下穿越人工岸线 52m，距离河口底部约 18m。海洋生物的分布范围主要在水层和 40 cm 以上的海底沉积物内，底土下 40 cm 底栖生物活动较少，因此盾构法施工也不会对海洋生物产生直接的影响。不损害河口生态系统、生物多样性和生态红线，不破坏海岸带资源，保持岸线自然形态和生态功能。因此，项目用海符合国土空间规划管控要求。

9.3 项目用海符合国家有关产业政策要求

本项目用海类型为海底隧道，采用盾构法施工，下穿越人工岸线 52m，保持岸线自然形态和生态功能，不改变海域水动力条件，对海洋生态环境影响较小。项目符合《全国海洋主体功能区规划》、《广东省主体功能区规划》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017-2025）》、《深圳市海岸带综合保护与利用规划（2018-2035）》、《深圳市海洋环境保护规划（2018-2035）》、《深圳市城市总体规划（2016-2035）》、《深圳市综合交通“十四五”规划》、《深圳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》和《深圳市南山区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等相关规划指导思想和发展目标。

9.4 项目用海符合国家节约集约用海相关政策

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在海域的海洋功能区为深圳湾保留区。项目本身是海底交通隧道，用海方式为海底隧道用海，不改变水动力条件，因此，项目用海方式与海洋功能区划是相符的。

本项目不在《广东省海洋生态红线》内，与《广东省海洋生态红线》不冲突。

本项目总平面布置以满足《深圳市海洋功能区划》、深圳市及南山区的相关规划与相关技术规范的要求为前提，尽量节省用地；做到合理利用自然条件，充分考虑工程水域开发建设现状，与现有项目紧密结合，相互依托，协调规划；优化工程设计，工艺流程顺畅；充分考虑工程总体布局实施的可操作性；满足环境保护、消防、安全、节能等方面的要求。体现了集约用海的原则，总用地面积满足项目需求。

9.5 项目用海满足海岸线保护利用要求

本项目位于后海修复岸线边缘，后海修复岸线的管控措施是：维持岸线自然属性，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复；本项目用海类型为海底隧道，采用盾构法施工，不占用岸线，但穿越人工岸线 52m，不破坏岸线形态和岸线生态功能。因此，目用海满足海岸线保护利用要求。

9.6 项目用海对海洋资源和海洋生态影响较小

本项目海域部分采用盾构法施工，歌日区间盾构长 1409m，其中海底隧道长 93.8m。盾构施工段的隧道将直接穿越海底，并与海床表面竖向距离约 18.94m，因此对工程区域水动力不产生影响。

本项目采用盾构法进行施工，工程正常施工均位于海底以下，不接触海水，不会对海水水质环境造成影响。施工期产生的生活污水和施工过程产生的废水均集中收集处理，不排放入海，不会对海水水质环境造成影响。营运期，项目自身不产生污水，不会对海洋水质环境造成影响。盾构机掘进过程中，海底会有较小的沉降（一般在 1-2 cm 左右），将破坏一定的沉积底土。但沉降值较小，不改变海底地形，不会对水动力环境和冲淤环境造成明显影响，也基本不会影响海洋沉积物环境质量。

本项目施工过程中对海洋生态系统的影响主要为弃土堆放、晾晒时产生的悬浮物和施工器械震动产生的噪声。海洋生物的分布范围主要在水层和 40 cm 以上的海底沉积物内，盾构法施工不会对海洋生物产生直接的影响，仅在发生突发性塌陷事故才会而造成海底底栖生物被填埋而影响用海海域生态的稳定性。因此本项目对占用海域生态稳定性影响很小。

本项目始发井、接收井开挖，晾晒泥土会发生少量的水土流失。水土流失可能部分进入附近海域，影响周围用海环境的悬浮物含量，从而对浮游生物造成一定影响。但本项目始发井、接收井开挖面积小，晾晒泥土的总体流失量也不大，因此本项目在施工期

对浮游生物、游泳动物、底栖生物的影响很小，项目用海不会对水域生物种类和数量造成影响。

本项目为海底隧道工程，不占用海岸线资源，采用盾构法施工工艺，无表层海床开挖或航道疏浚作业，隧道离海底表面 18.94m 以上，隧道上方为后海河河口不设置其他构筑物。

因此，项目建设不涉及海水和海底浅层，不会对该海域港口船舶的正常通航以及周边码头船舶的停靠产生影响；工程建成后，深圳湾近岸流速基本不变，不会对现有海堤造成冲刷。因此，项目工程建设不会对现有防洪工程产生不利的影响。

根据本工程的特点，用海的主要风险种类有：（1）施工期主要风险事故有施工过程中海水向隧道内突涌，甚至发生坍塌破坏海床等风险存在；（2）运营期的风险主要区域地震、火灾、爆炸等导致隧道坍塌事故风险。项目应科学规划设计和采取切实有效的地质灾害防治措施，减少或避免地质灾害造成的损失。

9.7 项目用海利益相关者可协调

本项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。通过对本工程项目周围用海现状的现场踏勘调查和对项目周围用海情况的调访，项目用海对周围海洋开发利用的影响主要利益相关者为地铁 2 号线、望海路隧道、后海填海工程和深圳湾公园。

本项目为海底盾构施工，无海上施工作业，后海填海工程已完成填海，本项目与地铁 2 号线和规划望海路隧道相距较近，因此隧道盾构掘进过程中可能对地铁 2 号线和规划望海路隧道存在施工风险影响，业主应主动与相关部门明确责任条款并就风险防范措施的细则进行一一落实，提高细则内所涉风险（隧道坍塌、涌水涌沙、渗水）防范措施的科学与可操控性，而且施工对深圳湾公园的影响是有限且暂时的。

项目周边其它用海活动深圳湾滨海休闲带、规划望海路隧道等。本项目为城市轨道交通项目，用海方式为海底隧道，与周边的深圳湾滨海休闲带、规划望海路隧道等用海功能兼容，其用海活动不会对周边用海活动产生影响。因此，本项目建设与周围其他开发活动不存在冲突，与周边用海活动相适宜。

地铁 2 号线与本项目同一用海单位，利益可协调；本项目在绘制宗海界址图阶段已与望海路隧道工程沟通，取得了协调方案；后海填海工程已完成多年，剩余部分不再填海，利益可协调。因此，本项目的相关利益者是可以协调的。

9.8 项目用海对海上交通安全无影响；

本项目位于深圳湾前海河河口，距离深圳湾航道较远，项目所在海域是深圳湾滨海休闲带，没有海上交通码头，没有船只经过项目海域。因此，项目用海对海上交通安全无影响。

9.9 项目用海与国防安全或国家海洋权益无冲突

本项目为惠民工程，属于深圳市轨道交通 13 号线的一部分，建成后将对周边居民的日常出行带来极大便利，同时也很大程度上拉动了地方及区域经济。鉴于本项目不涉及军事机密泄露，不会对国防安全构成威胁。其工程建设、日常运营符合国家权益和国防安全的要求，与国家的国防建设部署没有冲突。本项目未涉及国家海洋权益的相关内容，项目竣工后的用海并不涉及任何危害国家海洋权益的行为。因此，项目用海与国防安全或国家海洋权益无冲突。

综上所述，13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 4.1km，设站 3 座，平均站间距 1.367km，不新建段场及主所，控制中心设置于深圳 NOCC 内。歌~日区间盾构隧道长 1409m（海底隧道长 93.8m），主要穿越深圳湾公园、望海路。区间出歌剧院站后，下穿望海路后进入深圳湾公园，沿线首先侧穿了地铁 2 号线车辆段出入段线区间，水平净距约 18.25m；下穿前海河，隧道埋深高程范围-28.55m 至-19.29m（当地理论最低潮面），侧穿及下穿规划望海路公路隧道。深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程的建设，是强化深圳西部发展轴带、促进城市合理布局的需要；是疏解交通拥堵，构筑以轨道交通为骨干的综合交通体系的迫切需要；是支持前海（蛇口）自贸区、大空港地区发展的需要；是推动南山区土地集约化利用，带动沿线产业升级的需要，项目用海是必要的。

深圳市轨道交通 13 号线二期（南延）工程与周边用海的相关利益者可协调，项目用海符合《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》、《深圳市国土空间规划（2020-2035 年）》、《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》等规划的管控要求，与《广东省海洋功能区划》在“深圳湾保留区”的功能定位相符合；本项目不在广东省海洋生态红线区内，与《广东省海洋生态红线》不冲突；符合《深圳市城市总体规划（2016-2035）》和《深圳市综合交通“十四五”规划》等相关规划指导思想和发展目标。项目位于深圳湾前海河河口海域，中心地理坐标为东经 113° 56' 20.863"，北纬 22° 29' 17.429"。

总申请用海面积 0.2249 公顷，用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海。项目用海期限为 40 年，项目选址、用海方式、用海面积和用海期限合理，在严格按照本报告书中提出的要求，严格按照批准的用海位置、面积、方式等进行工程建设，做好海域环境的保护工作，落实好与利益相关者的协调，避免项目用海的风险。从海域使用角度出发，深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程项目用海是可行的。

资料来源说明

1 引用资料

(1) 《深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程可行性研究报告》，中铁二院工程集团有限责任公司，2022 年 4 月；

(2) 《深圳市城市轨道交通 13 号线二期工程（南延）工程初步勘察阶段岩土工程勘察报告》，中铁二院工程集团有限责任公司，2022 年 9 月；

(3) 《深圳市城市轨道交通13号线二期工程（南延）初步设计》，中铁二院工程集团有限责任公司，2022年9月；

(4) 《深圳市城市轨道交通12号线工程海域使用论证报告书》，广东海洋大学，2018年12月；

(5) 《深圳湾滨海休闲带西段项目海域使用论证报告书》，中国科学院南海海洋研究所，2018年4月；

(6) 《2021年广东省海洋灾害公报》，广东省自然资源厅，2022年6月；

(7) 《2022年深圳市气候公报》，深圳市气象局，2023年1月31日。

2 现状调查资料

附录 I 浮游植物种名录——略

附录 II 浮动物种名录——略

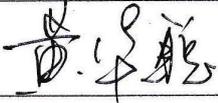
附录 III 鱼卵仔稚鱼物种名录——略

附录 IV 海域底栖生物种名录——略

附录 V 游泳动物名录——略

3 现场勘查记录

现场勘查记录表

项目名称	深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程		
委托单位	中铁二院工程集团有限责任公司		
勘查人员	谢国良、黄华聪	勘查单位	广东林阳海洋科技有限公司
勘查时间	2022 年 12 月 3 日	勘查地点	深圳湾前海河河口海域
勘查情况			
勘查内容	<p>深圳市城市轨道交通 13 号线二期（南延）工程线路起于深圳湾口岸站，线路主要沿望海路敷设，止于东角头站，线路全长约 1456m，设站 3 座。本项目位于歌剧院站与日出剧场站之间，采用盾构法施工，从歌剧院始发，下穿前海河河口海域，海底竖向距离约 18.9 m，日出剧场站接收。占用海域部分左线海底隧道长 47.4 m，右线海底隧道长 93.8m。</p> 		
勘查界址	<p>该项目用海类型为海底工程用海中的海底隧道用海，用海方式为构筑物用海中的海底隧道用海，用海面积为 0.2249 ha，不占用岸线，下穿越人工岸线 52 m。中心地理坐标为东经 113° 56' 20.863"，北纬 22° 29' 17.429"。</p>		
项目负责人		技术负责人	

附件

- (1) 《委托书》，中铁二院工程集团有限责任公司，2020年12月15日；
- (2) 国家发展改革委关于调整深圳市城市轨道交通第四期建设规划方案的批复（发改基础〔2020〕484号），国家发展和改革委员会，2020年3月27日；
- (3) 前海填海工程审批文件，深圳市人民政府，2001年12月28日；
- (4) 工可评审意见；
- (5) 海洋测绘资质证书(正本)复印件；
- (6) 检验检测机构资质认定证书复印件；
- (7) 检测报告。