国环评证乙字第 2233 号

厦门电力与清水进岛隧道土建工程

环境影响报告书

（公示稿）

厦门蓝海绿洲科技有限公司

Xiamen Ocean Oasis Sci-Tech Co., Ltd

福建　厦门

2021 年 3 月

第一章　概述

1.1　项目背景及建设必要性

1.1.1　项目背景

为满足厦门岛内居民生活和工业生产用电的需求，厦门电网已形成四通道七回路向岛内供电的坚强网架格局，其中第一通道采用海底电缆供电方式，从集美区进岛，起自集美英村220kV变电站，止于岛内220kV围里变电站；第二、三通道采用跨海架空线路，从海沧区进岛，其中第二通道起于海沧钟山200kV变电站，止于岛内东渡200kV变电站，第三通道起自海沧嵩屿电厂，止于厦门岛内厦禾220kV变电站；第四通道采用海底电缆敷设在既有的翔安海底隧道服务隧道下方，从翔安区进岛，起自翔安东部LNG燃气电厂，止于岛内湖边220千伏变电所。

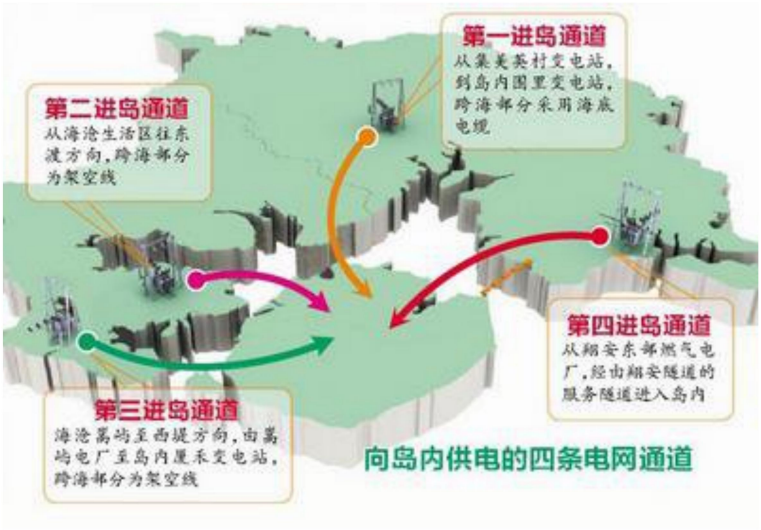


图 1.1-1　厦门岛外向本岛供电电网格局

结合厦门市第二轮市政设施提升改造工程，厦门全市六区逐步展开了对既有配电架空线路的缆化改造工程，其中厦门电力进岛第二通道已完成了缆化规划，将于 2020 年前后敷设进厦门第二西通道（即海沧隧道）的服务隧道中。



图 1.1-2　厦门电力进岛第三通道现状架空线路

厦门电力进岛第三通道原架空线路为嵩屿电厂～厦禾220kVI、II回线路，起自海沧嵩屿电厂，止于厦门岛内厦禾220kV变电站，全线同塔（同沟）双回架设，线路全长8.46km，其中架空线7.65km（含大跨越5.05km），电缆0.81km。线路从嵩屿电厂向东北架空出线后跨越建港路，经电厂灰场、京口岩山、海沧野生动物园至角嵩路南侧绿化带，线路拐向东沿角嵩路南侧绿化带前行，经兴港路、海沧大道、猴屿，跨越厦门西部海域进入厦门岛，架空线接入筼筜湖电缆终端站后改用电缆，沿着湖滨西路、禾祥西路接入厦禾变。随着厦门城市建设的发展，城市规划对功能性和美观性的重视程度越来越高，架空线路在应用空间和输送容量方面都已经越来越跟不上社会的需要，因此需对其进行迁改缆化。

根据《厦门市给水工程专项规划（2019-2035年）》，目前进岛原水通过两条管径为DN2200过海管向本岛输水，各承担50%的输水量。进岛原水系统设置集中，并行实施，最近距离约3米，实质为一条通道，可靠性较低。北引干渠本岛段长期运行，违章搭盖较多，存在严重的安全隐患，无法停水改造。如遇突发事件或自然灾害，将无法保证本岛的供水安全，供水可靠性较低。本岛主要由高殿水厂单一主力水厂供水，供水规模90万吨/天，本岛用水高峰时间较长且明显，高峰用水量约为低谷的3倍，这样的用水特点对于水厂清水池容积要求更大，但实际高殿水厂清水池有效容积仅占供水规模的7.3%，小于规范的10%-20%，因此，高殿水厂的供水能力仅为78万吨/天，按年平均增长率3%计算，与规划2035年115万吨/天的需水量存在明显差距，亟需提高本岛供水能力。

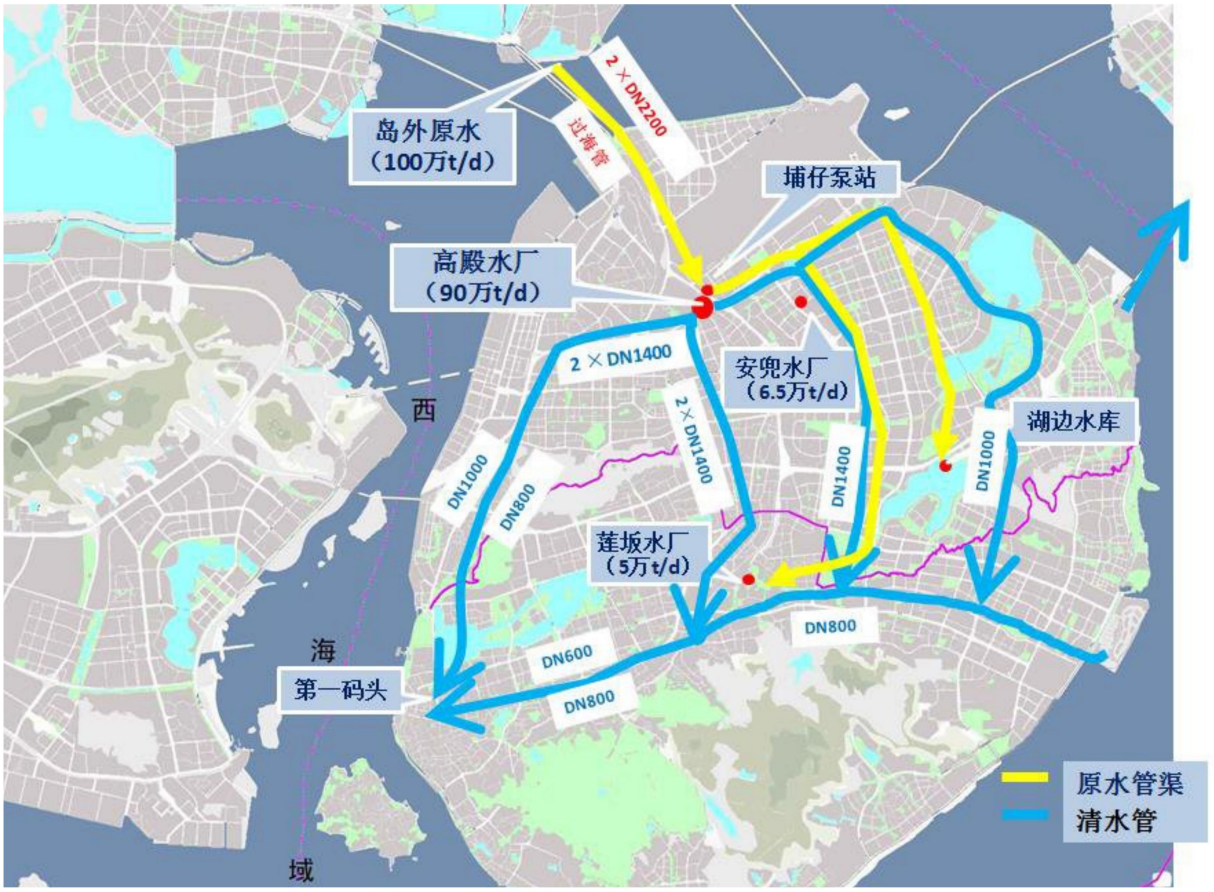


图 1.1-3 厦门本岛供水现状

本项目迁改缆化线路周边目前在建或拟建的主要大型跨海工程主要有2个：其中一个为距原线路北侧2.7km在建厦门地铁2号线海底盾构段工程，该项目已于2019年底开通运营，根据其隧道限界设计情况来看，不具备本工程可利用空间。另一个工程位于海沧大桥以北，距离线路北侧约5.1km的厦门第二西通道，该项目目前正处于跨海段施工期，规划的厦门电力进岛第二通道缆化工程过海段利用其电力预留通道敷设，根据电力通道预留情况来看，没有本工程可利用空间，因此电力进岛第三通道迁改缆化工程和清水进岛工程需先进行隧道建设。根据厦门市人民政府常务会议纪要（附件2），同意电力进岛第三通道缆化工程与清水进岛通道跨海段共廊方案。2020年5月，厦门市发展和改革委员会下达2020年第十八批市级基建项目前期工作计划，厦门电力与清水进岛隧道土建工程纳入该批建设项目中（附件4）。

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，线路起自海沧嵩屿电厂，穿越西海域，止于岛内厦禾220kV变电站。线路全长约6.175km，其中电力隧道（陆域）海沧段2.119km，本岛段0.978km，海沧段隧道结构断面外径3.6m，内径3.0m，本岛段隧道结构断面外径4.2m，内径3.5m；电力与清水共廊隧道段（海域）3.078km，隧道内径为6.0m，外径6.7m。

2020年9月厦门市发展和改革委员会出具项目工可批复（附件6：厦发改审批[2020]210），同意项目建设；2020年9月厦门市市政园林局组织召开本项目初步设计审查会，原则通过《厦门电力与清水进岛隧道土建工程初步设计》方案（厦门市市政园林局会议纪要[2020]237号）。

2020年11月，农业农村部渔业渔政管理局发布《关于<厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程对中华白海豚及栖息地影响专题评价报告>意见的复函》（附件8：农渔资环便[2020]276号），同意专题报告的主要结论和资源保护和补偿措施。2021年2月8日，厦门市自然资源和规划局发布《厦门市自然资源和规划局关于厦门电力与清水进岛隧道土建工程海域使用论证报告书的审查意见》（附件9：厦资源规划综[2021]24号），根据审查意见项目用海可行。

根据《关于划分厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程土建部分与电气部分设计、施工范围的会议纪要》（附件3），缆化电缆通道内220kV电缆本体、光纤测温系统及配套通信系统由国网厦门供电公司进行建设，同时国网厦门供电公司明确待厦门电力进岛第三通道缆化迁改工程建成投产送电后，将按迁改工程相关管理规定拆除厦门电力进岛第三通道的架空高价铁塔（附件5）；电力与清水共廊隧道段清水管道主体及安装由厦门水务集团负责实施；即现有高架拆除及隧道内电缆本体、清水管道铺设均不在本项目建设范围内。

1.1.2 建设必要性

（1）项目建设是适应城市发展规划，释放城市发展用地空间的需要

厦门是国务院批复的中国经济特区，东南沿海重要的中心城市、港口及风景旅游城市，作为经济特区、副省级城市，地位很高，但是面积却是很小，只有1699.39平方公里，作为厦门主城区的厦门岛（含鼓浪屿）面积仅约为157.76平方公里。



图 1.1-3 现有架空线缆周边发展现状

根据《厦门市城市总体规划（2011-2020年）》，要求厦门合理控制城市规模，到2020

微信公众号：阿乐资源库

年，城市常住人口控制在500万人以内，其中城市人口规模为480万人，城市建设用地控制在440平方公里以内。

通过对市域用地建设条件评价分析：厦门市适宜建设用地为640平方公里，基本可建设用地140平方公里，考虑生态环境保护要求，可作为城市建设用地的土地总面积不应超过700平方公里。随着城市经济的快速发展，城市建成区范围日益扩大，建设用地增长速度较快，受国家现有土地政策的控制和其他因素的影响，土地资源也是决定厦门城市人口规模的主要因素之一。

目前厦门电力进岛第三通道周边区域教育、医疗、商贸等配套设施逐渐完善，城市道路得到提升改造，市政基础设施不断完善，项目沿线的角嵩路周边陆续建设了海沧商贸中心、厦门禹洲、水云湾、碧海湾、厦门中骏等民用、商用建筑，人流密集，商业繁忙，线路本岛端位于鹭江道中心商务区边缘，周边发展较为成熟，高楼林立，商业、民用建筑密集，且城市道路狭窄，交通极其繁忙，人群密集。城市架空线路已经对沿线城市建设造成了局限和困扰，进一步发展空间受限，亟需进一步释放上部空间，将原有架空线路缆化入地，可以极大地促进架空线路周边的地块开发，提升地块的商业价值。

（2）项目建设是改善城市景观环境，塑造厦门旅游花园城市形象的需要

根据《厦门市城市总体规划（2011-2020年）》要求，厦门市的建设目标是建设国际知名的花园城市，美丽中国的典范城市，两岸交流的窗口城市，闽南地区的中心城市和温馨包容的幸福城市，同时厦门作为旅游城市，对景观环境要求非常高。《美丽厦门战略规划》中也提出厦门将进一步美化城市景观环境，推进城市景观综合整治，努力建设成为国际知名的花园城市、美丽中国的典范城市。

现有的嵩屿电厂~220kV厦禾架空线路缆跨越厦门西海域，西侧为东屿湾旅游休闲娱乐区，南侧约1.5km为鼓浪屿旅游休闲娱乐区，周边对加强城市景观、海岸景观建设需求逐年增加。而现有的架空线路横亘在鼓浪屿前，严重影响了厦门的城市景观环境和旅游城市形象，亟待改善。将其缆化入地也符合塑造厦门独特韵律的城市天际线的需要，城市天际线作为城市的一种潜在的艺术形象，承载着塑造城市“艺术美”的重要涵义，同时它还构成了城市的景观元素和城市特色，可反映出一个城市的精神状况，增强城市的可识别性，形成城市的无形资源。



图 1.1-4　厦门西海域架空线缆现状

（3）项目建设是保障岛内居民用电需求，提高厦门岛内供电可靠性的需要

厦门市地处东南沿海，距北回归线约1.5度，为南亚热带海洋性季风季候区，雨量充沛、气候温和、夏长冬短。多年年平均年降水量为1183.4mm，年最多降水量1998.8mm，年最少降水量892.4mm（1970年）。沿海地区多风且风速较大，年平均风速3.2米/秒。

厦门湾的灾害性天气主要为台风天气，每年7～10月经常受台风影响。自 2016年1月至2018年12月，对厦门地区产生较大影响的台风有6个，台风路径见图 1.1-5。其中2016 年9月15日2016年14号台风“莫兰蒂”在厦门湾登陆中心风力15级，对厦门造成了重大影响。



图 1.1-5　2016 年 1 月~2018 年 12 月影响厦门的台风路径

随着海峡西岸经济区的大力发展，厦门的政治和经济地位进一步凸显，2017年的金

砖五国会议选择在厦门岛内召开充分体现了党和国家对厦门的高度重视和肯定。因此，厦门岛内供电可靠性尤为关键，而厦门作为闽南沿海地区主要城市之一，每年夏季经历台风数量较多，220kV厦禾、嵩屿电厂线路作为厦门岛内供电的的主要线路，将其缆化能够有效的降低台风期间线路故障率，提高厦门岛内供电可靠性。



图 1.1-6　2016 年台风“莫兰蒂”过境厦门后高压电塔倒塌

（4）项目建设是促进厦门邮轮母港产业发展，打造海峡邮轮经济圈的需要

厦门国际邮轮母港是全国四大邮轮母港之一，也是国家确定的邮轮运输试点示范港。是东南国际航运中心的重要组成部份，将以海峡邮轮经济圈为基础，向北辐射东北亚国家和地区，向南辐射东南亚国家和地区。

厦门邮轮母港占地约1200亩，项目北起海沧大桥，南至筼筜湖入海口，西至东渡码头岸线，东至东渡路。为满足邮轮产业后续发展需求，助推厦门旅游产业再上新台阶，厦门国际邮轮母港目前已启动码头泊位升级改造。改造工程位于东渡港区，岸线总长度1419米，计划建设4个泊位，其中0到2号为邮轮泊位，3号计划设计2万吨级的滚装轮泊位。邮轮泊位建成投用后，可以满足1艘15万吨级邮轮和2艘8万吨级邮轮‘三轮同靠’，同时0号泊位码头结构，可以满足世界最大的22万吨邮轮靠泊要求，这一接待能力不仅在亚洲居前，在全球也属于领先。

第三通道跨海架空段穿越东渡航道，对大型邮轮的航行有一定影响，根据厦门港务控股集团有限公司[2019]79号《关于协调加快嵩禾跨海高压电缆入地缆化事宜的报告》，中国邮轮产业已进入大船时代，厦门邮轮母港计划增加邮轮航线运营，全面提升邮轮母港基础设施和配套服务水平，东渡港区0-4#泊位（具备停泊22万吨）改造将于2019年完工。受东钟及嵩禾进岛跨海高压电缆限高影响，东渡港区目前只能接待15万吨级以下邮轮，严重影响了厦门邮轮产业发展。

（5）项目建设是满足岛内供水需求，促进厦门经济社会发展的需要

随着厦门市经济实力平稳增强，城市化急速推进，城市规模和水平不断提高，人民生活水平不断改善，岛内的人口规模也不断壮大，对清水资源的需求必然是急剧、大量增长的。根据《厦门市给水工程专项规划（2019-2035年）》，本岛近期（2025年）需水量为88万吨/天，远期至2035年，厦门本岛常驻人口达200万，水、能源服务人口为250万，最高日需水量115万吨/天。目前本岛主要由高殿水厂单一主力水厂供水，实际供水规模仅为79万吨/天，按年平均增长率3%计算，与规划2035年115万吨/天的需水量存在明显差距。本岛供水现状存在着单一主力水厂可靠性较低、原水进岛单通道安全性差、远期供水需求得不到有效保障的问题，亟需提前谋划，提高远期供水能力，以满足厦门市经济社会发展以及居民正常生活的需要。

1.2 建设项目特点

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，不涉及电缆本体和清水管道建设，项目建成后用于原有架空线路的缆化电缆和清水管道敷设，可有效提高厦门岛内供电、供水的可靠性，改善城市景观环境。项目路线全长约6.175km，其中电力隧道段（陆域）海沧端2.119km，本岛端0.978km，电力与清水共廊隧道段（海域）3.078km，总投资114437.87万元。工程下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区白海豚保护区及白鹭保护区、西海域海洋保护区生态保护红线区及大屿海洋保护区生态保护红线区、鼓浪屿文化遗产地缓冲区和鼓浪屿-万石山风景名胜区三级保护区等区域，本项目建设符合相关规划及法律条例要求。

1.3 环境影响评价范围界定及工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《厦门市环境保护条例》等法律法规的有关规定，建设单位厦门路桥建设集团有限公司委托厦门市蓝海绿洲科技有限公司开展本项目环境影响

评价工作（附件1：委托书）。

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，不涉及电缆通道内220kV电缆本体、光纤测温系统、配套通信系统及清水管道的建设，不涉及现有高架线路的拆除，因此本报告仅对隧道土建工程进行环境影响评价，电缆及其配套系统和清水管道的施工、运营影响，现有高架线路的拆除影响另行评价。

由于本项目海域段长3.078km，涉及厦门市珍稀海洋物种国家级自然保护区，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），“海底隧道、管道、电（光）缆工程”中“涉及环境敏感区的海底管道、电（光）缆工程”应当编制“环境影响报告书”，“城市（镇）管网及管廊建设”中“新建涉及环境敏感区的”应编制报告表，由于复合型项目环境影响评价类别按其中单项等级最高的确定，因此本项目应编制“环境影响报告书”。

表 1.3-1　项目类别表

环评类别 / 项目类别		报告书	报告表	登记表
五十四 海洋工程				
152	海底隧道、管道、电（光）缆工程	海底隧道工程；挖沟埋设单条管道长度 20 公里及以上的海上和海底电（光）缆工程、海上和海底输水管道工程、天然气及无毒无害物质输送管道工程；长度 1 公里及以上的海上和海底有毒有害及危险品物质输送管道等工程；涉及环境敏感区的海底管道、电（光）缆工程	其他	/
五十二 交通运输业、管道运输业				
146	城市（镇）管网及管廊建设（不含给水管道；不含光纤；不含 1.6 兆帕及以下的天然气管道）	/	新建涉及环境敏感区的	其他

我单位接受委托后，随即组成项目组，派员前往工程所在地进行现场踏勘，搜集资料与调研，按有关技术规范要求，针对项目情况和区域环境特征开展了环境现状调查、影响预测等工作，在此基础上完成了《厦门电力与清水进岛隧道土建工程环境影响报告书（送审稿）》，供建设单位上报审查。

本评价技术路线见图1.3-1。

微信公众号：阿乐资源库

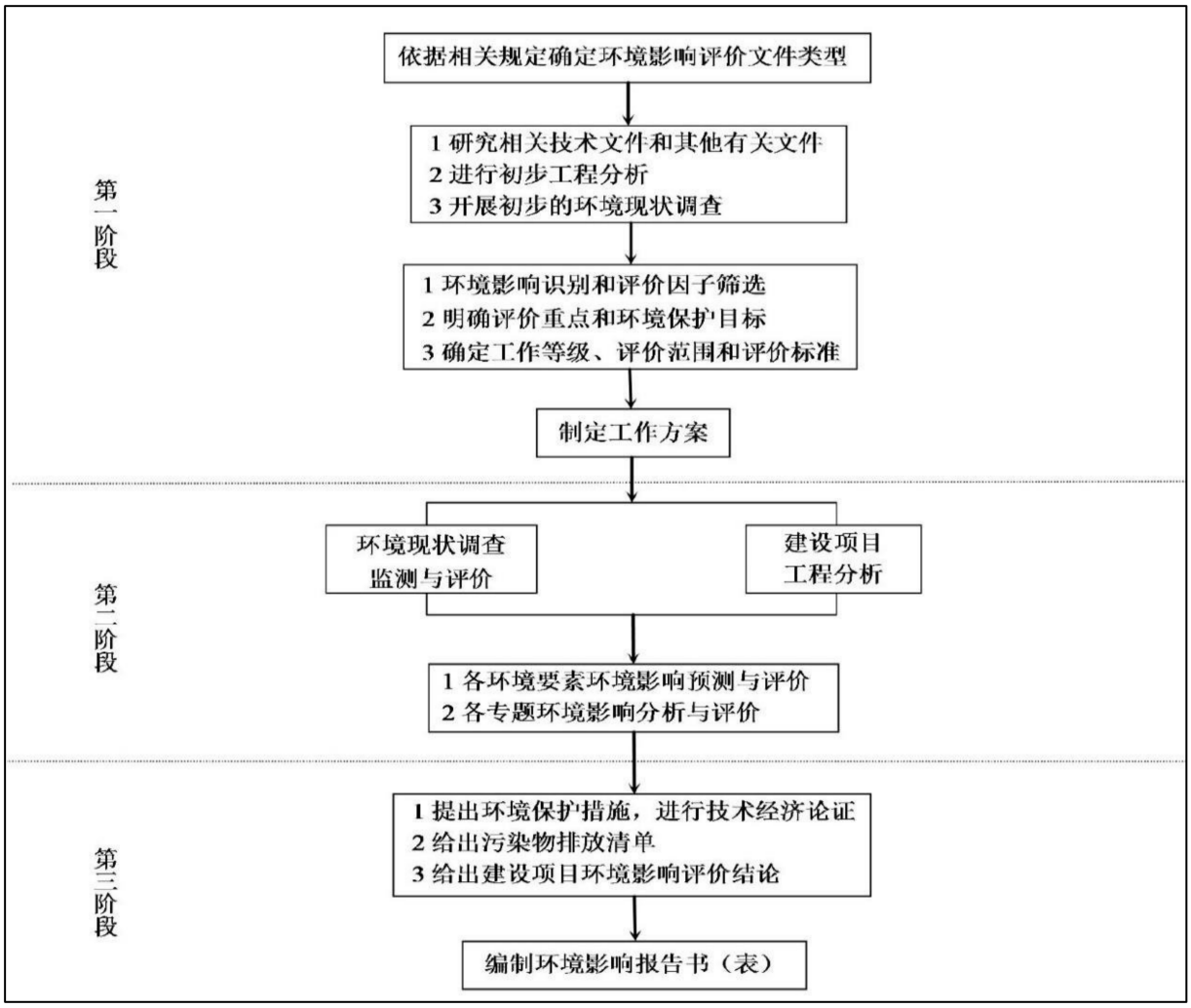


图 1.3-1　评价技术路线框图

1.4　分析判定相关情况

1.4.1　产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目属于鼓励类“二十二、城镇基础设施”中“城镇地下管道共同沟建设”，因此，本项目符合国家产业政策。

1.4.2　“三线一单”符合性

（1）生态红线符合性

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》，本项目位于西海域海洋保护区生态保护红线区（350200-MPA-I-2）及大屿海洋保护区生态保护红线区（350200-MPA-I-3），根据分析，本项目建设符合生态保护红线管控措施及其相关管理规定。

本工程部分占用厦门市生态控制线，但属于“生态控制线范围内可建设项目”中的“（三）必要的道路交通、市政管线等线性工程、水利设施及公用设施”。

因此，本项目建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》及厦门市生态控制线相关要求。

（2）环境质量底线符合性

项目所在区域的环境质量底线为：环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；声环境质量目标为《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准（港口工业区为3类）；海域水环境质量目标为《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准，海洋沉积物环境质量目标为《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的一类标准，海洋生物质量目标为《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准。

根据现状调查，区域环境空气质量、声环境质量符合对应标准，海水水质中pH、COD、活性磷酸盐、铅含量部分站位超过对应的标准（第一类或第二类海水水质标准），其余各调查因子基本符合对应海水水质标准，沉积物中铜、锌、铬、石油类部分站位超过对应的标准（第一类沉积物标准），其余指标均符合对应的海洋沉积物质量标准，海洋生物质量中除汞、砷符合对应标准外（第一类海洋生物质量），其余各项指标超标严重。

经预测，本项目施工期及营运期各项污染物均符合相应污染物排放标准，落实各项环保措施后对环境的影响较小，不会突破环境质量底线。

（3）资源利用上线符合性

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，营运期所需资源仅为土地资源。隧道主线占地为地面以下岩层，工作井占地类型主要为人行道路、绿化带，工程总体占用地面以上土地资源较少，不会对区域土地资源总量造成较大消耗。因此，本项目符合资源利用上线要求。

（4）环境准入负面清单

根据《厦门市生态环境准入清单》（2019年版），本项目符合鼓浪屿-万石山国家级风景名胜区三级保护区、西海域海洋保护区生态保护红线区、大屿海洋保护区生态保护红线区的生态环境准入条件。因此，本项目符合《厦门市生态环境准入清单》（2019年版）要求。

1.4.3 相关规划及规定符合性

本项目符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》、《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020年）》、《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》、《福建省海洋生态保护红线划定成果》、《福建省海岛保护规划（2011-2020年）》、《福建省无居民海岛保护规划（2011~2020年）》等海域相关规划，符合《厦门珍稀海洋物种国家级

自然保护区总体规划》、《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030年）》、《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》、《厦门市生态功能区划》等区域相关保护规划；符合《厦门市城市总体规划（2011-2020）》、《厦门市旅游发展规划（2004-2020年）》、《厦门市高压电力网专项规划（2017-2035年）》、《厦门市给水专项规划（2019-2035）》等区域相关发展规划；符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》、《海洋特别保护区管理办法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《厦门市中华白海豚保护规定》、《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》等相关规定管理要求。

1.5 项目主要环境问题

（1）施工期

施工过程产生的扬尘、噪声、固体废物对环境的影响；施工人员生活污水、施工机械设备污水、泥浆水和基坑水等对环境的影响；工程占地对生态环境的影响；施工对海洋生态，尤其是珍稀海洋物种白海豚和白鹭的影响。

（2）营运期

营运期主要为管理中心管理人员产生的生活污水、固体废物等对环境的影响。

1.6 环境影响评价主要结论

（1）施工期环境影响结论

①水环境影响结论

施工期生活污水排放量约为6.75t/d，纳入周边市政污水管网，进入海沧污水处理厂或筼筜污水处理厂处理，对周边环境的影响较小。

盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经泥浆处理系统处理后回用；施工场地污水主要包括机械跑、冒、滴、漏的污油，机械及地面冲洗废水等，主要含SS、石油类等，设隔油沉淀池收集处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）要求后部分回用，少量泼洒场地，含油污泥交由有资质的单位处理。基坑涌水经三级沉淀池处理达《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值（20mg/L）后可排入市政雨水管网。落实相关措施后，施工生产废水对环境的影响较小。

②大气环境影响结论

施工期大气污染物主要有施工扬尘，裸露地面扬尘、运输过程中的扬尘，以及施工车辆、动力机械燃油时排放少量的SO_2、NO_2、CO、烃类等污染物。施工扬尘污染扩散

距离不会很远，一般可控制在施工场所100m范围之内，在设置围挡后可控制在更小的范围内；裸露地面的扬尘通过洒水抑尘可将TSP的污染距离缩小到20-50m范围；运输车辆封闭性良好，路面清洁程度良好，行驶过程对周围环境的影响较小。施工机械废气污染基本局限在施工围挡范围内，施工运输车在合理安排运输时间和路线的前提下对沿线大气环境影响较小。

③声环境影响结论

根据预测结果，在未加设声屏障的情况下，各施工阶段均易出现场界及敏感目标超标的情况，在加设声屏障后海沧端各施工点周边敏感目标基本可达到2类区标准，本岛端各施工点周边敏感目标虽基本可达到2类区标准但接近标准限值，其中东方时代广场由于受到J10、J11工作井噪声影响仍存在略微超标的情况，因此施工过程还需进一步采取噪声防治措施。施工过程中应合理地安排施工进度、时间（如避免夜间、午间施工）、施工布置（如尽量远离敏感目标），文明施工、环保施工。选用低噪声、低振动的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，保持其更好的运转，降低施工噪声对环境的影响，确保周边敏感目标噪声值达标。在合理安排运送时间和运送路线的前提下，本项目交通运输噪声对沿线敏感目标的影响较小。

类比厦门轨道交通2号线一期工程（海底隧道段），本工程隧道施工水下噪声对海域环境噪声的增加不高于4dB，对环境的影响较小。

④振动影响结论

本项目的海域段施工过程不涉及爆破行为，振动来源仅为盾构机，海域段埋入海床深度不小于9m，海底隧道盾构施工钻进作业产生的声波以地震波的形式在固体介质中传播，并通过固液交界面辐射入水中，通过衰减后到达水中后振动强度较小，对海洋生物的影响较小。因此本项目施工期振动对海洋环境的影响较小。

⑤固体废物影响结论

施工期建筑垃圾产生量约 13t，少量可利用的部分回收处理，不能回收的部分应该严格按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015年修订）要求进行处置；施工弃土方产生量173969m^3，不设置专门的弃土场，建设单位应按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015年修订）规定，在开工前10天向建筑废土管理机构申报建筑废土的种类、数量等事项，并在施工期将弃土方及不可回收的建筑垃圾运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒。落实相关管理要求后，工程建筑废土对周边环境的影响较小。

施工期生活垃圾分类收集后由环卫部门负责将生活垃圾及时清运处置，对周围环境

基本上不会造成不利影响。

⑥生态环境影响结论

工作井 J2~J7、J9~J11 施工期需占用现状绿地，主要为市政绿地和绿化带，施工过程造成虽原有绿化植被的破坏，但恢复至原有生态水平较容易。建议施工前期对原有植被尽量进行迁移，在单个工作井区域施工结束后立即进行生态恢复，则可有效减小对生态环境的影响。

海域段海底隧道施工机械噪声不会对白海豚和白鹭的行为活动产生明显影响；施工振动对浮游生物、底栖生物以及鱼卵仔稚鱼和游泳动物的影响很小，施工期废水、固体废物均进行妥善处理，不会对海域水质和生态环境产生不利影响，对中华白海豚栖息地的影响也较小。

⑦环境风险影响结论

本项目线路穿越排头-嵩屿断裂带及厦门西港断裂带，断裂影响区域为地质环境薄弱地段，场地稳定性较差，施工中由于海水通过裂隙，特别是断层破碎带对隧道会产生较大压力，将增加发生塌方及涌水的危险性。一旦发生大量的塌方或涌水，则一方面将延缓建设工期，增加工程投资，另一方面将造成人员伤亡的可能。因此应引起高度重视，工程前期应进一步深化地质勘察工作，并在施工期采取各种必要有效的工程技术措施，加强施工管理，保证施工质量以确保将隧道塌方、涌水的风险降到最低。

根据《厦门电力与清水进岛隧道土建工程通航条件影响评价报告》，本项目海域段建设对航道内水流、航道海床冲淤演变、现有航道布置、助航设施及航道日常维护、疏浚作业基本没有影响，隧道埋深可满足过往船舶应急抛锚入土深度，且隧道所在海域多年来海床处于略淤积状态，可不再设置应急抛锚防护措施。

（2）营运期主要环境影响结论

本项目仅为电力与清水进岛隧道土建工程，营运期无大气、噪声污染源，主要污染源为管理人员产生的生活污水和生活垃圾。管理人员生活污水纳入海沧污水处理厂处理，生活垃圾分类后由环卫部门统一清运，因此项目营运期对周边环境的影响较小。

（3）工程建设对中华白海豚和白鹭的影响结论

①对白海豚的影响

本工程下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区，项目施工期可能对中华白海豚造成影响。根据白海豚影响专题评价报告，施工机械水下噪声对中华白海豚的活动将产生间接影响，根据分析，海底隧道一般施工活动，所产生的总体噪声谱

微信公众号：阿乐资源库

级不高，4kHz频点以上的谱级均在95dB以下，不会对该海域的中华白海豚行为活动产生明显影响。

海底隧道施工对浮游生物、底栖生物以及鱼卵仔稚鱼和游泳动物的影响很小，施工期废水、固体废物等妥善收集与处置后，不会对海域水质和生态环境产生不利影响，所以工程对海洋中华白海豚栖息地的影响较小。

②对白鹭的影响

本项目下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区白鹭保护区，海沧端入海点距大屿岛约为660m，施工噪声经衰减后对大屿岛的声环境影响不大；海域段埋入海床深度不小于9m，噪声通过岩土层及海水传入空气这一过程中衰减较大，对海面以上声环境影响较小，结合白鹭的生活习性，施工期禁止夜间施工，则可将施工对白鹭和其生境的影响较低到最小。

（4）环评总结论

本项目符合国家产业政策及“三线一单”要求，符合相关规划、区划及管理规定的要求，建成投入使用后可有效提高厦门岛内供电、供水可靠性。项目在认真落实本报告书提出的环保对策措施后，可将项目建设对周边环境的影响降低到可接受程度，尤其可将对中华白海豚和白鹭不利影响降低到允许限度。因此，从环保角度分析，厦门电力与清水进岛隧道土建工程的建设是可行的。

第二章　总则

2.1　编制依据

2.1.1　法律、法规、规章及规范性文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月）；

（3）《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017年11月）；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月）；

（5）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月）；

（6）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月）；

（7）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月）；

（8）《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月）；

（9）《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月）；

（10）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月）；

（11）《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月）；

（12）《海洋自然保护区管理办法》（1995年5月）；

（13）《海洋特别保护区管理办法》（2010年8月）；

（14）《水产种质资源保护区管理暂行办法》（2011年3月）；

（15）《建设项目环境保护管理条例》（2017年7月）；

（16）《近岸海域环境功能区管理办法》（1999年12月）；

（17）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013年12月）；

（18）《国家级自然保护区监督检查办法》（2017年12月）；

（19）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018年4月）；

（20）《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2020年1月）；

（21）《福建省环境保护条例》（2012年3月）；

（22）《福建省海洋环境保护条例》（2016年4月）；

（23）《无居民海岛保护与利用管理规定》（2013年6月）；

（24）《厦门市海域使用管理条例》（2018年10月）；

（25）《厦门市中华白海豚保护规定》（1997年10月）；

（26）《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》（1995年12月）；

（27）《厦门市海洋环境保护若干规定》（2018年9月）；

（28）《厦门市环境保护条例》（2009年8月）；

（29）《厦门市海洋生态补偿管理办法》（2018年4月）；

（30）《关于加强工业企业扬尘污染防治的通知》（厦环控[2016]2号），厦门市环境保护局，2016年1月。

（31）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号），2012年7月3日；

（32）《福建省人民政府关于福建省海洋生态保护红线划定成果的批复》，闽政文〔2017〕457号，2017年12月28日；

（33）《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月）。

2.1.2 技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；

（4）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；

（5）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（6）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；

（7）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）

（8）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；

（9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；

（10）《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2008）；

（11）《海洋调查规范》（GB/T12763.1~.9-2007）；

（12）《海洋监测规范》（GB/T17378.1~.7-2007）；

（13）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；

（14）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年；

（15）《建设项目对水生生物国家级自然保护区影响专题评价管理规范》（农渔发[2009]4号）；

（16）《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值机测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）。

2.1.3 相关规划、区划

（1）《福建省海洋功能区划》（2011~2020年），国务院，2012年；

（2）《福建省近岸海域环境功能区划》（2011~2020年），福建省人民政府，2011年6月；

（3）《福建省海洋环境保护规划》（2011~2020年），福建省人民政府，2011年5月；

（4）《福建省海洋生态保护红线划定成果》，福建省人民政府，2017年12月；

（5）《福建省海岛保护规划》（2011-2020年），福建省海洋与渔业厅，2012年；

（6）《福建省无居民海岛保护与利用控制性详细规划》，福建省海洋与渔业厅，2015年；

（7）《厦门市海洋环境保护规划》（2016-2020年），厦门市海洋与渔业局，2017年7月；

（8）《厦门市环境功能区划》（第四次修订文本），厦门市人民政府，2018年10月；

（9）《厦门市生态功能区划》，厦门市人民政府，2005年3月；

（10）《厦门港总体规划（2035年）》，交通运输部规划研究院，2019年5月；

（11）《厦门市城市总体规划（2011～2020）》，厦门市人民政府，2015年6月；

（12）《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划》（2017-2030年），中华人民共和国住房和城乡建设部，2017年4月；

（13）《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》，北京清华城市规划设计研究院文化遗产保护研究院，2015年6月；

（14）《厦门市旅游发展规划》（2004-2020年），德国欧洲旅游研究所，2004年9月。

（15）《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理委员会、厦门市海洋与渔业局，2015年6月；

（16）《厦门市高压电力网专项规划》（2017-2035年），国网福建省电力有限公司厦门供电公司；

（17）《厦门市给水工程专项规划》（2019-2035年），厦门市城市规划设计研究院，2020年5月。

2.1.3 工程相关技术文件

（1）《厦门电力与清水进岛隧道土建工程工程可行性研究报告》，中铁第六勘察设计院有限公司，2020年5月；

（2）《厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程对白海豚及其栖息地的影响》，福建海洋研究所，2020年6月；

（3）《厦门电力与清水进岛隧道土建工程海域使用论证》，福建省水产研究所；

（4）《厦门电力与清水进岛隧道土建工程航道通航条件影响评价报告》，福建省港航勘察设计研究院，2020年7月。

2.2 环境影响识别与评价因子筛选

2.2.1 环境影响因素识别

本项目主要环境影响因素如下：

施工期生产和生活废水、扬尘及施工机械废气、噪声、固体废物对环境的影响；施工占地对生态环境的影响。

表 2.2-1 主要环境影响行为及环境影响

时段	环境影响因素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度及分析深度
施工期	海水水质环境	生产废水（SS、石油类）	施工全过程	+
		生活污水（SS、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等）	施工人员	+
	海洋生态环境	中华白海豚、白鹭	海域段施工	+++
	大气环境	NO_2、SO_2、CO	施工机械、车辆	+
		扬尘	土方开挖、回填及建材、弃渣运输	+
	声环境	Leq（A）	施工机械、车辆	++
	固体废物	生活垃圾	施工人员	+
		建筑废土	施工全过程	+
	陆域生态环境	土壤、植被	工程占地	+
营运期	地表水环境	生活污水（SS、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等）	管理人员	+
	固体废物	生活垃圾	管理人员	+

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

2.2.2 评价因子筛选

根据本项目环境影响因素识别结果，结合现场调查情况及工程周边环境特征，筛选出了本项目的评价因子，详见表2.2-2。

微信公众号：阿乐资源库

表 2.2-2　环境影响评价内容与评价因子筛选

环境要素	评价因子	预测因子
海域水质环境	水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、COD、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、类大肠杆菌、铜、铅、镉、锌、汞、砷、总铬等 20 项。	——
海洋沉积环境	有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷和铬共 10 项	——
海洋生态环境	叶绿素 a 和初级生产力、浮游动植物、底栖生物、海洋生物质量、鱼卵仔鱼和渔业资源、中华白海豚和白鹭	——
声环境	等效连续 A 声级 L_{eq}	等效连续 A 声级 L_{eq}
环境空气	二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、臭氧、可吸入颗粒物、细颗粒物	——
固体废物	固废	固废
陆域生态环境	土壤、植被	——

2.3　环境质量评价标准

2.3.1　环境功能区划

（1）环境空气功能区划

根据厦门市人民政府2018年10月批准的《厦门市环境功能区划（第四次修订）》（图2.3-1），项目所在地属环境空气质量功能二类区。

（2）声环境功能区划

根据厦门市人民政府2018年10月批准的《厦门市环境功能区划（第四次修订）》图2.3-2），项目所在地穿越声环境功能区2类、3类区及4a类区。

（3）近岸海域环境功能区划

根据《福建省近岸海域环境功能区划》（2011-2020年），本项目位于“厦门西海域一类区”（FJ099-A-I），主导功能为“航运、中华白海豚和白鹭保护”，辅助功能为“旅游、纳污”，执行第一类海水水质标准。

（4）海洋功能区划

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目穿越东屿湾旅游休闲娱乐区、厦门珍稀海洋物种海洋保护区、厦门湾港口航运区、厦门湾保留区。东屿湾旅游休闲娱乐区用途管制要求为保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程、休闲渔业等用海；厦门珍稀海洋物种海洋保护区的用途管制要求为保障海洋保护区用海，兼容跨海桥梁、海底工程、航道、旅游娱乐等用海；厦门湾港口航运区管制要求为保障船

舶停泊和通航用海；厦门湾保留区用途管制要求为保障渔业资源自然繁育空间。

（5）海洋环境保护规划

根据《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》，位于“厦门西海域中华白海豚重点保护区”，环保管理要求为“严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境，加强对保护区及周边海域港口码头建设及船舶航行的管理，禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动。所在海域执行第一类海洋沉积物质量和海洋生物质量标准。

2.3.2 环境质量标准

2.3.2.1 环境空气质量标准

本项目所在区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。具体标准值列于下表。

表 2.3-1 环境空气质量标准 GB3095-2012（摘录）

污染物名称	取值时间	浓度限值		单位
		一级	二级	
SO_2	年平均	20	**60**	μg/m³
	24 小时平均	50	**150**	
	1 小时平均	150	**500**	
NO_2	年平均	40	**40**	
	24 小时平均	80	**80**	
	1 小时平均	200	**200**	
CO	24 小时平均	4	**4**	mg/m³
	1 小时平均	10	**10**	
O_3	日最大 8 小时平均	100	**160**	μg/m³
	1 小时平均	160	**200**	
PM_{10}	年平均	40	**70**	
	24 小时平均	50	**150**	
$PM_{2.5}$	年平均	15	**35**	
	24 小时平均	35	**75**	
TSP	年平均	80	**200**	
	24 小时平均	120	**300**	

2.3.2.2 声环境质量标准

本工程所在区域经过居住区及商住混合区、港口作业区、交通干线，分别执行《声

环境质量标准》(GB3096-2008)中2类、3类及4a类标准，具体标准值列于下表，所在区域声环境划分见图2.3-2。

表 2.3-2　声环境质量标准(GB 3096-2008)　　单位：dB(A)

时段 声环境功能区类别		昼间	夜间
0 类		50	40
1 类		55	45
2 类		**60**	**50**
3 类		**65**	**55**
4 类	**4a 类**	**70**	**55**
	4b 类	70	60

2.3.2.3　环境振动标准

根据《城市区域环境振动标准》（GB10070-88），本工程海沧段主要属于“居民、文教区”及“交通干线道路两侧”，思明段主要属于“居民、文教区”、“交通干线道路两侧”及“混合区”，执行具体标准见表2.3-3。

表 2.3-3 城市各类区域铅垂向 Z 振级标准值(GB10070-88)　　单位：dB

时段 适用地带范围	昼间	夜间
特殊住宅区	65	65
居民、文教区	**70**	**67**
混合区、商业中心区	**75**	**72**
工业集中区	75	72
交通干线道路两侧	**75**	**72**
铁路干线两侧	80	80

2.3.2.4　海水水质标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020年）》，本项目周边海域海水水质评价执行第一类标准，具体标准值列于下表。

表 2.3-4　海水水质标准（GB3097-1997）（摘录）

单位：mg/L（水温、pH 除外）

项目	第一类	第二类	三类	第四类
水温	**人为造成水温上升夏季不超过当时当地 1℃,其他季节不超过 2℃**		人为造成水温上升不超过当时当地 4℃	
pH	**7.8~8.5，同时不超过海域正常变动范围 0.2pH 单位**		6.8~8.8，同时不超过海域正常变动范围 0.5pH 单位	

项目	第一类	第二类	三类	第四类
悬浮物质	**人为造成增加量≤10**		人为造成增加量≤100	人为造成增加量≤150
溶解氧>	**6**	5	4	3
化学需氧量≤	**2**	3	4	5
无机氮≤(以 N 计)	**0.20**	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤(以 P 计)	**0.015**	0.030		0.045
挥发性酚≤	**0.005**		0.010	0.050
石油类≤	**0.05**		0.30	0.50
铜≤	**0.005**	0.010	0.050	
锌≤	**0.020**	0.050	0.10	0.50
铅≤	**0.001**	0.005	0.010	0.050
镉≤	**0.001**	0.005	0.010	
砷≤	**0.020**	0.030	0.050	
汞≤	**0.00005**	0.0002		0.0005
总铬≤	**0.05**	0.10	0.20	0.50

2.3.2.5 海洋沉积物质量标准

根据《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》，本项目周边海域沉积物评价执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第一类标准。具体标准值列于下表。

表 2.3-5 海洋沉积物质量（GB 18668-2002）（摘录）

项目	指标		
	第一类	第二类	第三类
石油类($\times10^{-6}$)≤	**500.0**	1000.0	1500.0
硫化物($\times10^{-6}$)≤	**300.0**	500.0	600.0
有机碳($\times10^{-2}$)≤	**2.0**	3.0	4.0
铜($\times10^{-6}$)≤	**35.0**	100.0	200.0
铅($\times10^{-6}$)≤	**60.0**	130.0	250.0
锌($\times10^{-6}$)≤	**150.0**	350.0	600.0
镉($\times10^{-6}$)≤	**0.50**	1.50	5.00
汞($\times10^{-6}$)≤	**0.20**	0.50	1.00
砷($\times10^{-6}$)≤	**20.0**	65.0	93.0
铬($\times10^{-6}$)≤	**80.0**	150.0	270.0

2.3.2.6 海洋生物质量标准

根据《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》，本项目贝壳类海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准。具体标准值见下表。

表 2.3-6　海洋生物质量（海洋贝壳类）

单位：mg/kg

项目	第一类	第二类	第三类
石油烃≤	**15**	50	80
镉≤	**0.2**	2.0	5.0
铜≤	**10**	25	50（牡蛎 100）
铅≤	**0.1**	2.0	6.0
铬≤	**0.5**	2.0	6.0
汞≤	**0.05**	0.10	0.30
砷≤	**1.0**	5.0	8.0
锌≤	**20**	50	100（牡蛎 500）

微信公众号：阿乐资源库



图 2.3-1 厦门市环境空气质量功能区划图

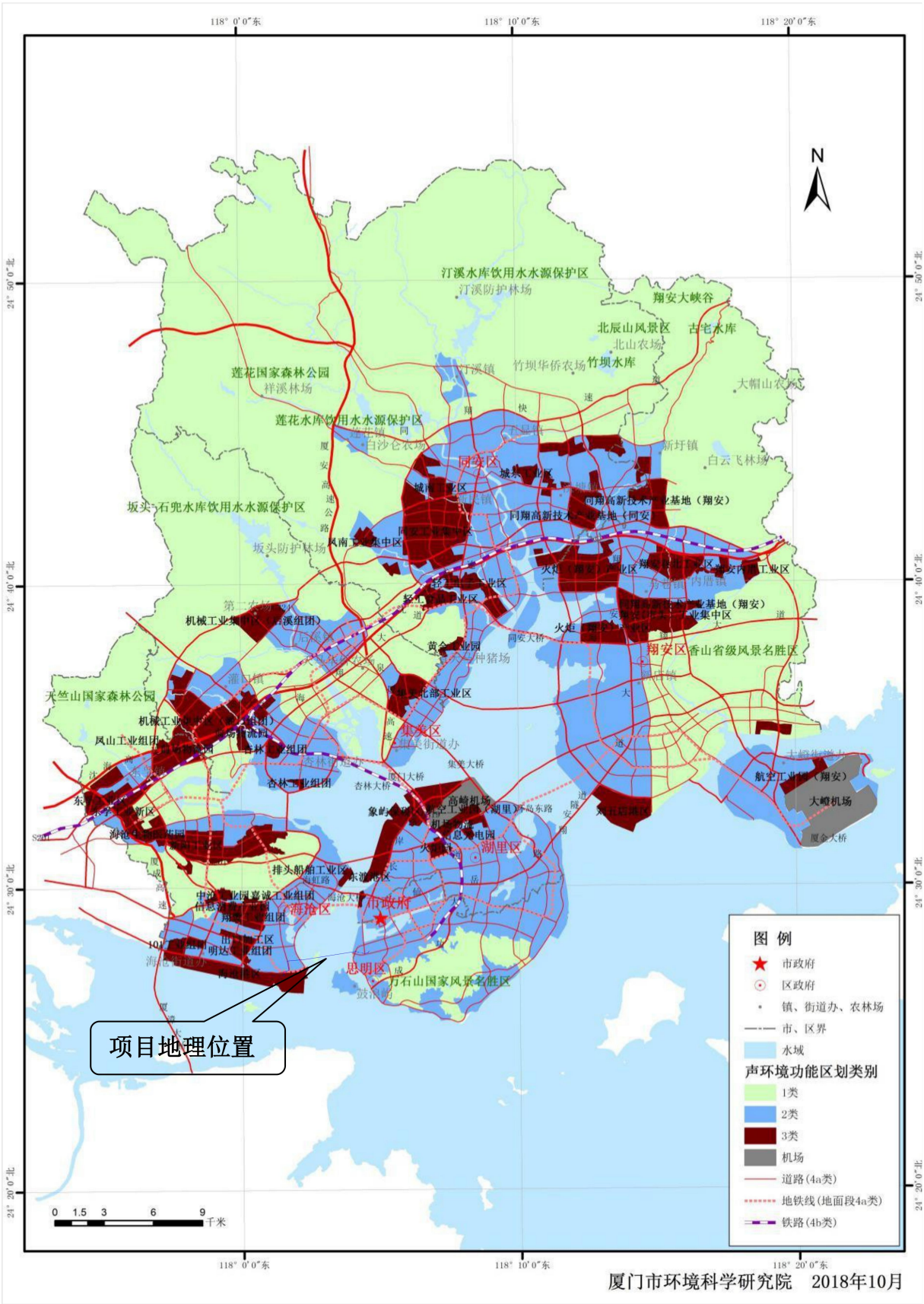


图 2.3-2　厦门市声环境质量功能区划图

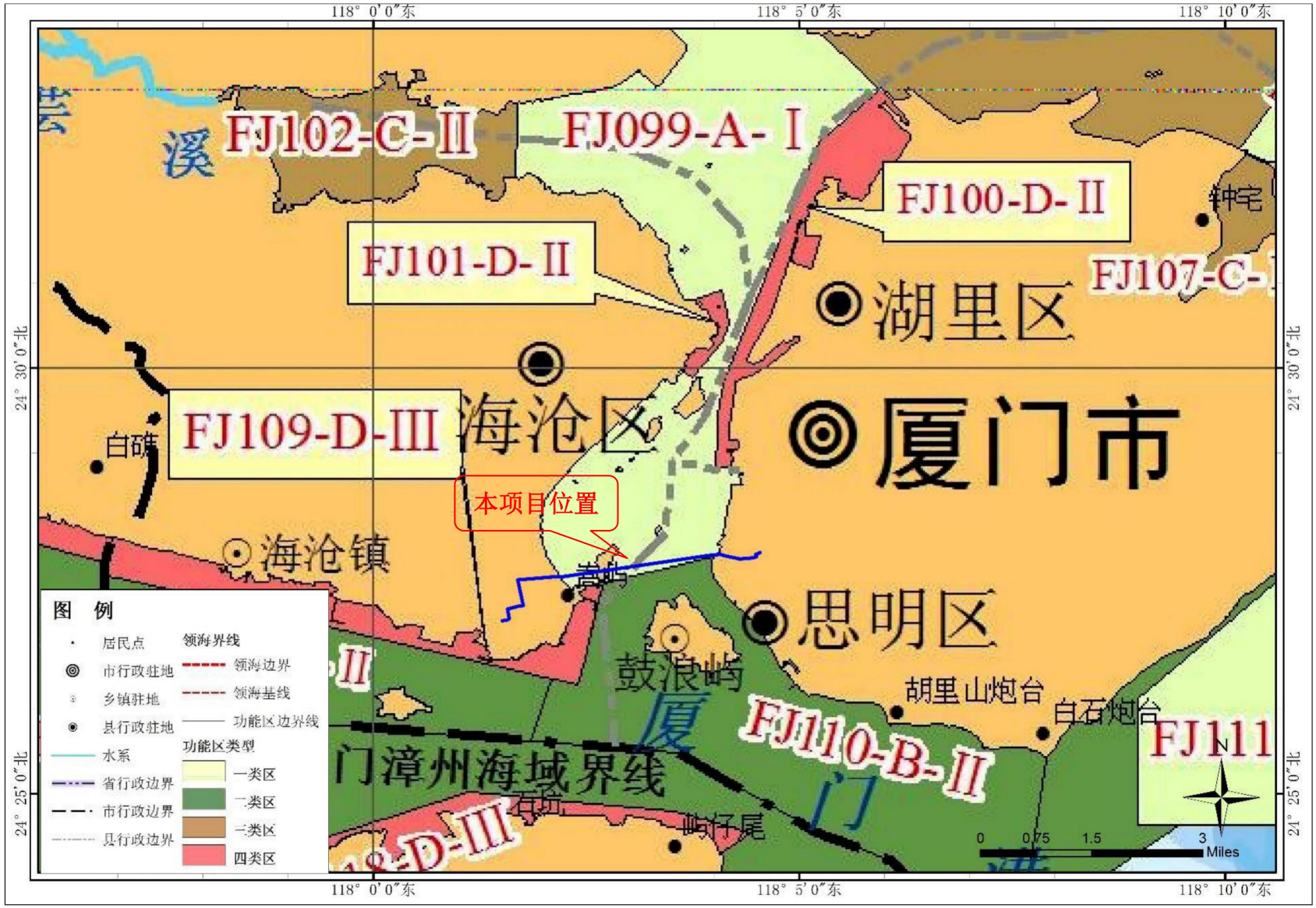


图 2.3-3 《福建省近岸海域环境功能区划》（2011-2020 年）

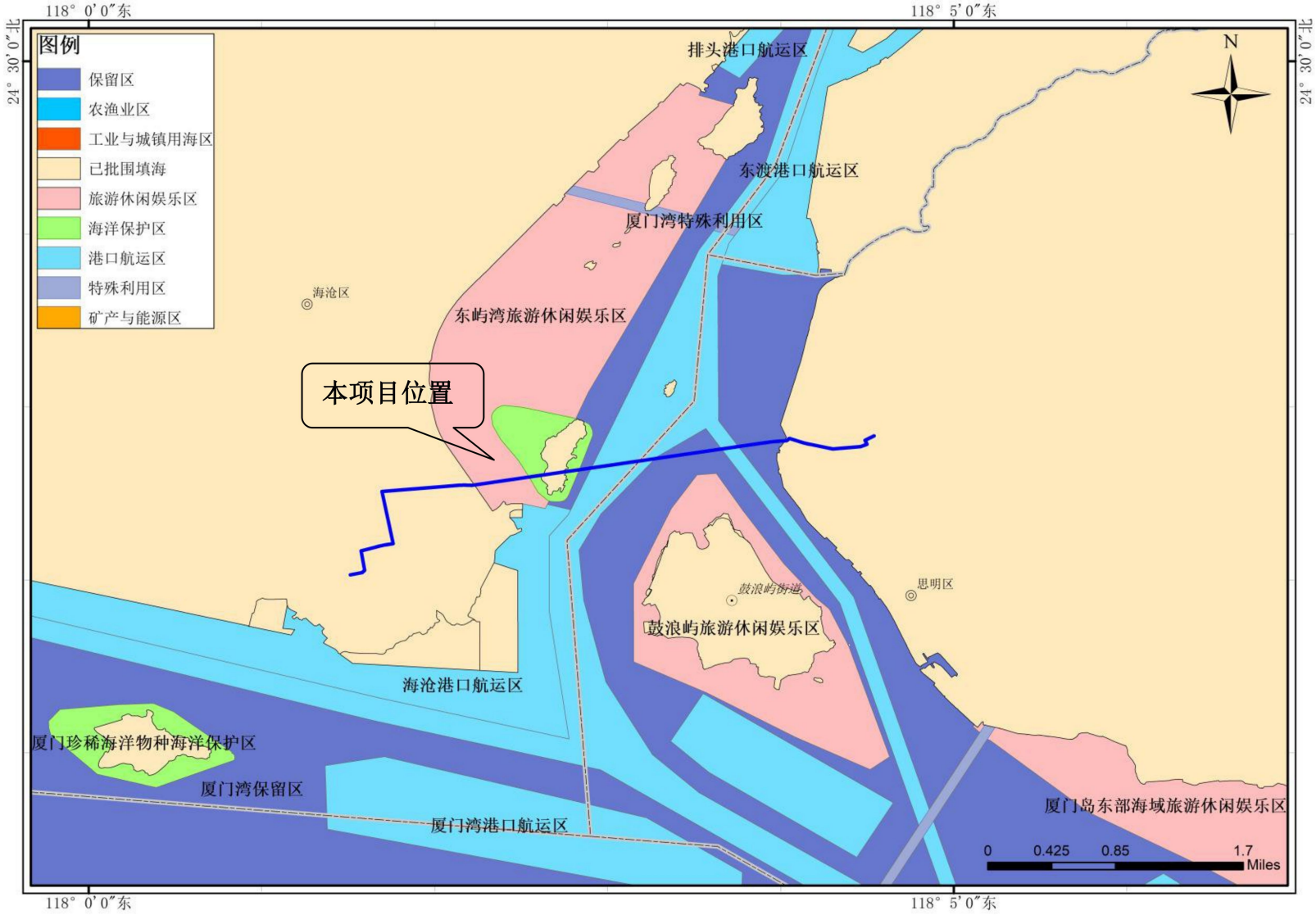


图 2.3-4　《福建省海洋功能区划》（2011-2020 年）

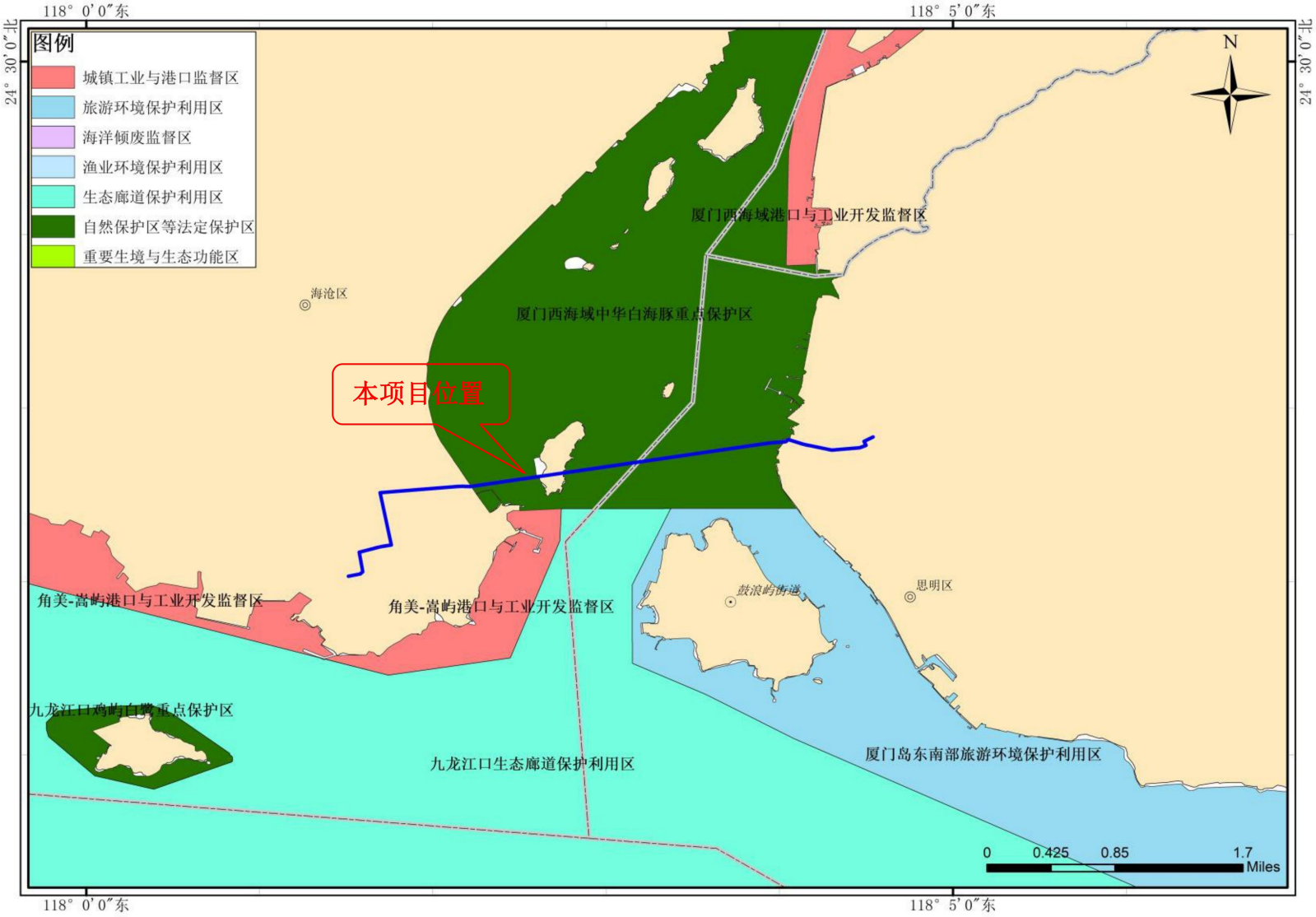


图 2.3-5　《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020 年）

2.3.3 污染物排放标准

2.3.3.1 废水排放标准

本项目施工期生活污水纳入周边市政污水管网，就近纳入海沧污水处理厂或筼筜污水处理厂处理；营运期生活污水纳入海沧污水处理厂处理；污水排放标准执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表1中的B级标准，具体标准见表2.3-7。

表 2.3-7 污水排入城镇下水道水质控制项目限值（单位：mg/L）

项目名称	B 级
悬浮物	**400**
石油类	**15**
pH	**6.5~9.5**
BOD_5	**350**
COD	**500**
氨氮（以 N 计）	**45**
总氮（以 N 计）	**70**
总磷（以 P 计）	**8**
阴离子表面活性剂	**20**

本项目施工场地污水设隔油沉淀池收集处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中“建筑施工”要求后部分回用，少量泼洒场地。具体标准值见下表。

表 2.3-8 城市杂用水标准

项目名称	建筑施工
pH	6.0-9.0
色/度	30
嗅	无不快感
浊度/NTU	20
BOD_5（mg/L）	15
氨氮（mg/L）	20
阴离子表面活性剂（mg/L）	1.0
溶解氧（mg/L）	1.0
总余氯/（mg/L）	接触 30min 后≥1.0，管网末端≥0.2
总大肠杆菌群/（个/L）	3

本工程基坑涌水经三级沉淀池处理达《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值后可排入市政雨水管网。

表 2.3-9　厦门市水污染物排放标准（单位：mg/L）

项目名称	建筑施工
悬浮物（SS）	20

2.3.3.2　噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），见表 2.3-10。

表 2.3-10　建筑施工场界环境噪声排放限值 (GB12523-2011)　单位：dB

昼间	夜间
70	55

2.3.3.3　大气污染物排放标准

项目大气污染物中颗粒物、NO_X、SO_2 排放标准执行《厦门市大气污染物排放标准》（DB35/323-2018）表 1 中单位周界无组织排放监控浓度限值要求规定的限值。

表 2.3-11　施工期大气污染物排放标准

污染物名称	无组织排放监控浓度限值（mg/m^3）	来源
颗粒物	0.5	DB35/323-2018
NO_X	0.12	
SO_2	0.12	

施工期机械设备大气污染物排放执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）中第四阶段标准（第四阶段实施时间为 2020 年 12 月 1 日），具体见表 2.3-12。

表 2.3-12　非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值

阶段	额定净功率（Pmax）（kW）	CO（g/kWh）	HC（g/kWh）	NO_X（g/kWh）	HC+NO_X（g/kWh）	PM（kWh）
第四阶段	Pmax＞560	3.5	0.40	3.5，0.67（1）	-	0.10
	130≤Pmax≤560	3.5	0.19	2.0	-	0.025
	75≤Pmax＜130	5.0	0.19	3.3	-	0.025
	56≤Pmax＜75	5.0	0.19	3.3	-	0.025
	37≤Pmax＜56	5.0	-	-	4.7	0.025
	Pmax＜37	5.5	-	-	7.5	0.60

（1）适用于可移动式发电机组用 Pmax＞900kW 的柴油机

2.4 评价工作等级和评价范围

2.4.1 评价工作等级

2.4.1.1 大气环境影响评价等级

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，施工期大气污染物主要有施工扬尘及施工机械废气，营运期不产生大气污染物，项目建设对大气环境造成的影响较小，因此大气环境影响评价等级定为三级。

2.4.1.2 声环境影响评价等级

本项目施工期主要为施工机械和施工车辆产生的噪声，营运期无噪声污染源，根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009），“建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的1类、2类地区，或建设项目前后评价范围敏感目标噪声级增高量达3-5dB（A）[含5dB（A）]，或受噪声影响人口数量较多时，按二级评价。本工程涉及2类区，声环境评价定为二级。

2.4.1.3 海洋环境影响评价等级

本项目海域段仅进行海底隧道建设，对海洋地形地貌和冲淤环境影响较小，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的相关规定，海洋水文动力环境、海洋生态和生物资源环境评价等级为二级，海水水质环境、海洋沉积物环境评价等级为三级，海洋地形地貌和冲淤环境评价等级为三级。

因此，本项目海洋环境影响评价等级为二级。

表 2.4-1 海洋工程环境影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道类	海底隧道类	所有规模	所有海域	2	3	3	2

表 2.4-2 海洋地形地貌与冲淤环境评价等级判据

评价等级	工程类型和工程内容
3	其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目

2.4.1.4 地表水环境影响评价等级

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，以陆域隧道及海域隧道的方式进行建

设，不会对水文要素造成影响，施工期及营运期废水均纳入市政污水处理厂处理，因此根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），地表水环境影响评价等级为三级B。

2.4.1.5 地下水环境影响评价等级

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），本项目属于“B 农、林、牧、渔、海洋”中“21、海底隧道、管道、电（光）缆工程”，属于IV类建设项目，不开展地下水环境影响评价。

2.4.1.6 土壤环境影响评价等级

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），本项目属于“其他行业”，属于IV类建设项目，不开展土壤环境影响评价。

2.4.1.7 生态环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19－2011）有关要求及现场踏勘，本项目陆域段位于厦门海沧区、思明区，主要穿越城区道路，为一般区域。路线全长约6.175km，占地面积约14hm^2，根据表2.4-3判定，本项目生态环境影响评价工作等级为三级。

表 2.4-3 生态环境影响评价工作级别一览表

影响区域生态敏感区	工程占用（水域）范围		
	面积≥20km^2 或长度≥100km	面积 2~20km^2 或长度 50~100km	面积≤2km^2 或长度≤50km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

2.4.1.8 环境风险评价等级

本项目厦门电力与清水进岛隧道土建工程，仅涉及隧道建设，营运期无环境风险源。

2.4.2 评价范围

2.4.2.1 大气环境影响评价范围

大气评价等级为三级，不设置大气评价范围。

2.4.2.2 声环境影响评价范围

由于本工程隧道施工采用暗挖法，施工设备为顶管机和盾构机，设备行进过程对周

边声环境基本没有影响，因此本工程主要噪声源为工作井施工场地的施工噪声，属于“以固定声源为主的建设项目”，根据导则要求，本项目声环境影响评价范围确定为距各施工场地（12 个工作井所在位置）200m 的范围，评价范围见图 2.5-1~2.5-2。

2.4.2.3 海洋环境影响评价范围

（1）海洋水文动力环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），二级评价垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离不小于3km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

（2）海洋地形地貌与冲淤环境影响评价范围

同海洋水文动力环境影响评价范围。

（3）海洋水质环境影响评价范围

海域水质环境现状的调查与评价范围应能覆盖建设项目的评价区域及周边环境影响所及区域。

（4）海洋沉积物环境影响评价范围

同水质评价范围。

（5）海洋生态环境影响评价范围

海洋生态环境影响评价要求以主要评价因子受影响方向的扩展距离5~8km。

（6）海域评价范围确定

根据本项目水文动力实测数据以及平均涨潮、落潮历时，针对本工程特点及敏感目标分布，确定本项目评价范围纵向距离约为20km，垂向距离约为8km，评价范围面积约70km^2，评价范围各控制点坐标见表2.4-4，见图2.5-3。

2.4-4 海域评价范围控制点

控制点编号	东经	北纬
H1	118°6'1.80"	24°34'5.22"
H2	118°6'34.37"	24°33'19.05"
H3	118°8'30.23"	24°25'52.69"
H4	118°3'47.38"	24°21'22.00"
H5	118°2'10.40"	24°24'57.21"
H6	118°1'59.12"	24°26'27.74"

2.4.2.4 生态环境影响评价范围

生态环境影响评价范围为隧道主线两侧 300m 范围，以及施工期各类临时占地周边

微信公众号：阿乐资源库

300m 范围。

2.5 环境保护目标

2.5.1 陆域环境保护目标

本项目陆域环境保护目标主要为周边居住区、学校，具体位置见图 2.5-1~~2.5-2。

表 2.5-1 陆域环境保护目标

序号	环境要素	路段	敏感目标名称		与本项目的关系*		保护目标特征
					方位	最近距离	
1	大气环境、声环境	海沧段	嵩屿街道	京口岩小区	N	90 m	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准、《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准
2				岭上社	S	15m	
3				厦门外国语学校	S	180m	
4				北京师大厦门海沧附属学校（含京口校区）	W	20m	
5				未来海岸	NW	100 m	
6				星园美第	NE	100m	
7				厦门海旅温德姆至尊酒店	SW	55m	
8		思明段	鹭江街道	鹭江道社区	商住混合区	SE	115m
9				大同社区	商住混合区（典型代表建筑：源通中心）	SW	100m
10				小学社区	商住混合区	NW	65m
11				双莲池社区	商住混合区（典型代表建筑：香港广场）	S	60m
12					厦门眼科中心	SE	120m
13					福建省厦门第六中学	SE	150m
14				厦禾社区	商住混合区（典型代表建筑：①源昌国际城、②东方时代广场）	S	15m①
15						N	22m②

*注：最近距离指敏感目标与本项目各工作井施工场地的距离关系；
①②分别对应两个代表建筑物与工程施工场地的距离。

2.5.2 海域环境保护目标

本项目海域评价范围内环境保护目标包括厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）大屿岛、厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）西海域、鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区、厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区、厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区、吴冠重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区。

表 2.5-2 海域保护目标保护目标

序号	环境保护目标名称	地理位置	与项目相对位置	生态保护目标
①	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）大屿岛	大屿及其周边海域。四至：118°2.′19.3″-118°2.′55.09″E，24°27′26.56″-24°28′1.4″N	下穿	重点保护对象白鹭
②	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）西海域	四至：118°1.′50.52″-118°6.′1.48″E，24°27′16.09″-24°34′13.81″N	下穿	重点保护对象中华白海豚
③	鼓浪屿海洋自然景观与历史文化遗迹海洋生态保护红线区	鼓浪屿及其周边海域。四至：118°3.′0.85″-118°4.′8.13″E，24°26′12.21″-24°27′27.5″N	南侧0.6km	自然岸线、沙滩、海滨浴场、海岸景观等国家级风景名胜区旅游资源
④	厦大白城至椰风寨海洋保护区海洋生态保护红线区	厦门岛白城至椰风寨沿岸海域。四至：118°5.′39.49″-118°10′19.84″E，24°25′24.28″-24°27′22.38″N	东南侧4.4km	自然砂质岸线、礁石及滨海旅游景观
⑤	厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区	厦大白城至浦口沿岸海域范围（不含厦门东部海洋保护区生态保护红线禁止区）。四至：118°5.′22.2″-118°12′24.7″E，24°24′24.5″-24°31′0.91″N	东南侧4.3km	自然砂质岸线、礁石及滨海旅游景观
⑥	吴冠重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区	海沧湾吴冠沿岸海域。四至：118°2.′39.8″-118°3.′9.18″E，24°31′45.6″-24°32′11.34″N	北侧8.0km	重要自然岸线



图2.5-1　陆域典型敏感目标现状（海沧段）

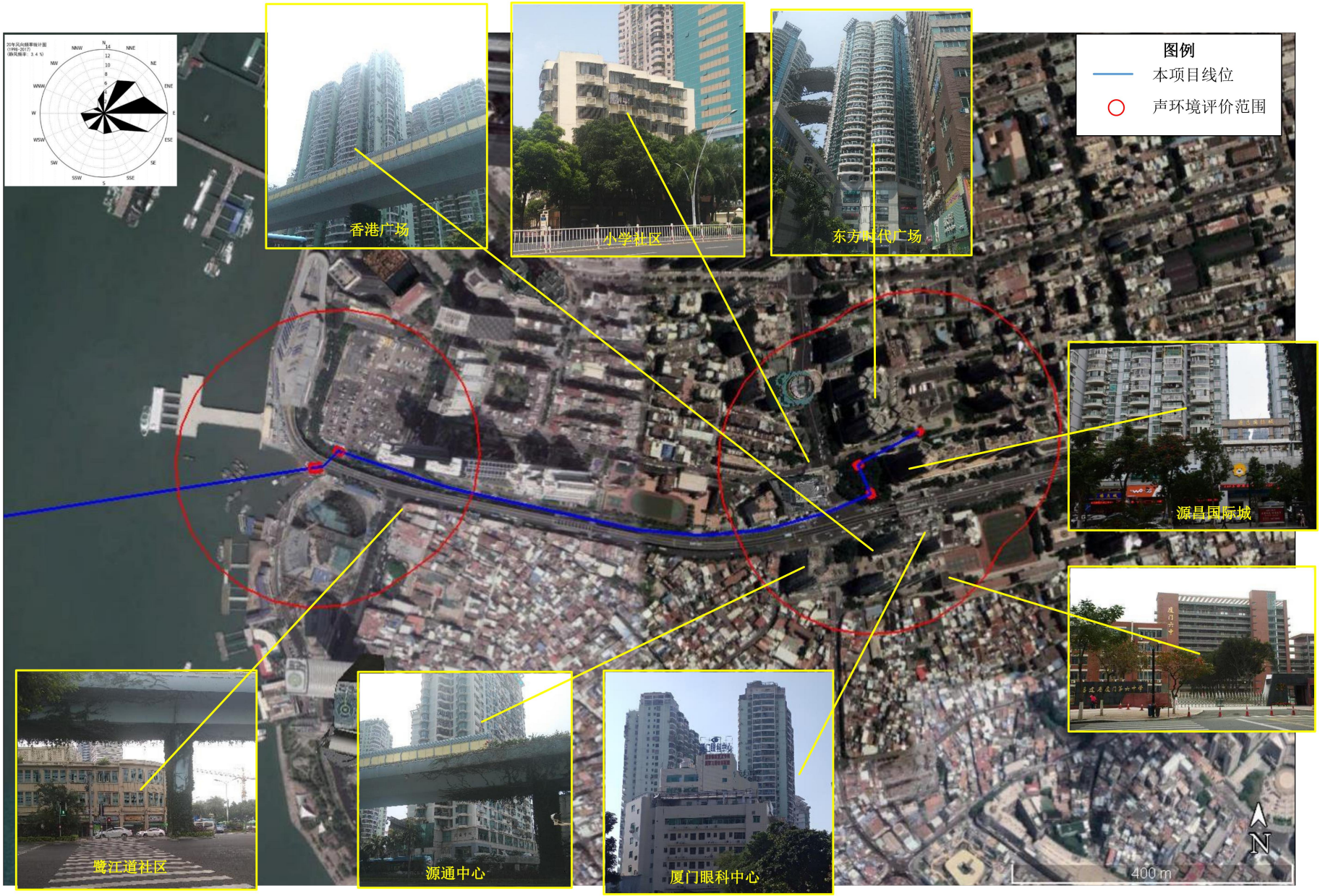
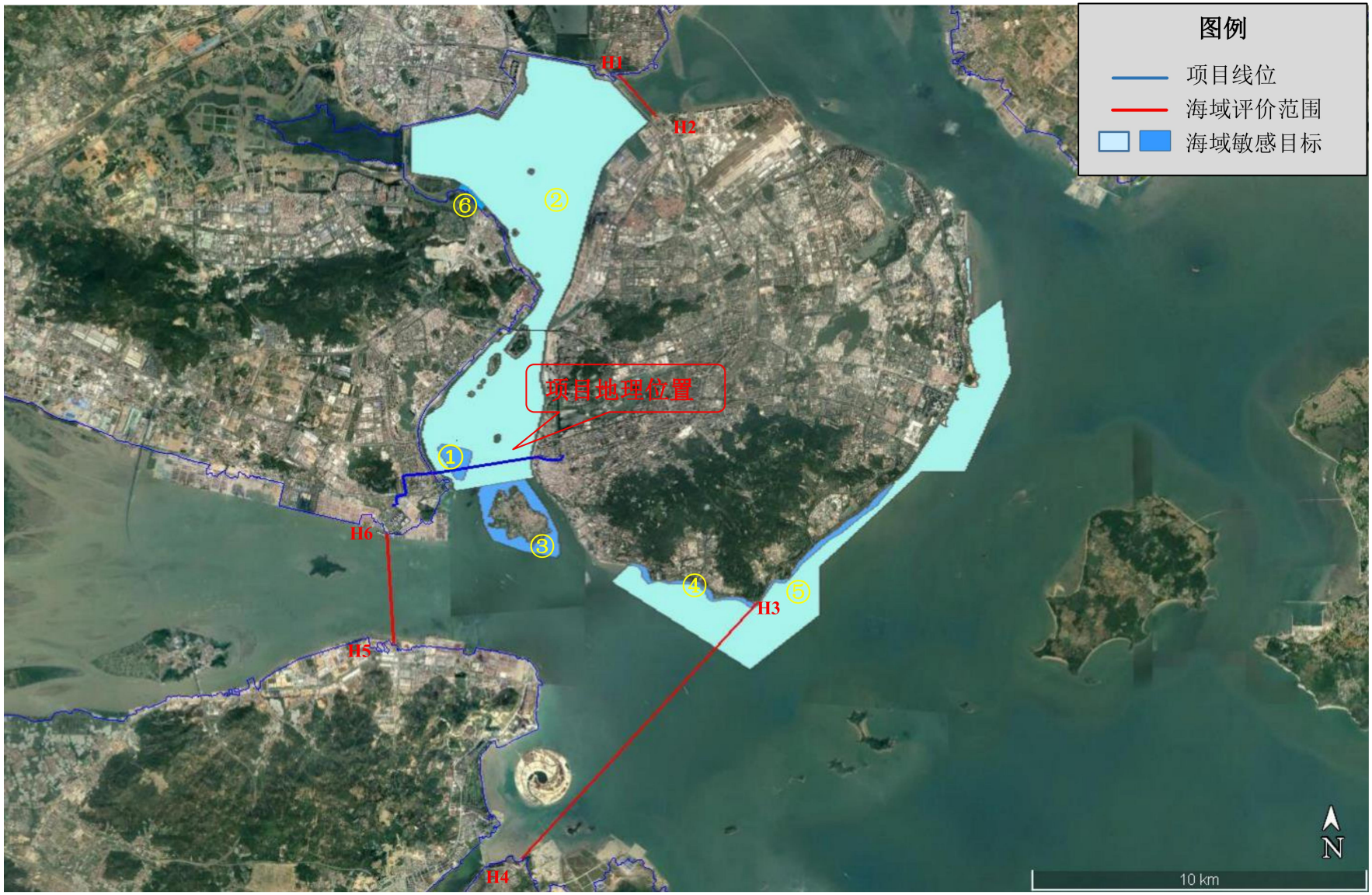


图2.5-2　陆域典型敏感目标现状（思明段）



2.5-3　海域评价范围及保护目标

微信公众号：阿华编辑库

2.6 相关功能区划、规划、条例符合性分析

2.6.1 海洋功能区划和海洋环境保护规划的符合性分析

2.6.1.1 福建省海洋功能区划（2011~2020 年）

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目位于东屿湾旅游休闲娱乐区（A6-22）、厦门珍稀海洋物种海洋保护区（B7-14）、厦门湾港口航运区（B2-10）、厦门湾保留区（B8-09），详见图2.3-4。功能区划相关要求见表2.6-1，本项目与功能区划符合性见表2.6-2。

表 2.6-1 《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》（摘录）

代码	功能区名称	地理范围	功能区类型	面积（公顷）	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
A6-22	东屿湾旅游休闲娱乐区	海沧区东部东屿湾海域，东至118°3′64.2″ E；西至118°1′68.1″ E；南至24°27′23.9″ N；北至24°29′64.4″ N。	旅游休闲娱乐区	672	保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程、休闲渔业等用海	严格限制改变海域自然属性	结合城市景观，部分岸段建设防潮堤、人工沙滩建设	保护海岛景观和地形地貌；执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善
B7-14	厦门珍稀海洋物种海洋保护区	厦门岛边海域，东至118°26′02.7″ E；西至117°69′47.1″ E；南至24°24′34.6″ N；北至24°34′02.7″ N。	海洋保护区	34000	保障海洋保护区用海，兼容跨海桥梁、海底工程、航道、旅游娱乐等用海	严格限制改变海域属性	保护自然岸线	重点保护对象中华白海豚、文昌鱼、白鹭。严格执行自然保护区管理要求
B2-10	厦门湾港口航运区	厦门同安湾、西海域、九龙江口海域，东至118°14′28.1″ E；西至117°50′05.6″ E；南至24°16′31.9″ N；北至24°33′58.4″ N。	港口航运区	8140	保障船舶停泊和通航用海	除进行必要的航道疏浚外，禁止其他改变海域自然属性和影响航行安全的开发活动	/	保护航道、锚地资源，执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善
B8-09	厦门湾保留区	围头湾海域，东至118°34′49.0″ E；西至117°48′32.7″ E；南至24°15′34.4″ N；北至24°38′42.3″ N。	保留区	69001	保障渔业资源自然繁育空间	禁止改变海域自然属性	/	重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，执行不低于现状的海水水质标准,加强生态环境整治和改善

表 2.6-2　项目与《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》符合性分析表

功能区划	区划相关要求		本项目符合性
东屿湾旅游休闲娱乐区	用途管制	保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程、休闲渔业等用海	本项目海域段为海底隧道工程，属于可兼容用海
	用海方式	严格限制改变海域自然属性	本项目未进行围填海，未改变海域自然属性
	海洋环境保护要求	保护海岛景观和地形地貌	本项目海域段为海底隧道工程，不会对海岛景观造成影响，盾构施工过程将根据水底地形进行平衡压力值设定，对海岛地形地貌影响较小，符合保护海岛景观和地形地貌的要求
厦门珍稀海洋物种海洋保护区	用途管制	保障海洋保护区用海，兼容跨海桥梁、海底工程、航道、旅游娱乐等用海	本项目海域段为海底隧道工程，属于可兼容用海
	用海方式	严格限制改变海域属性	本项目未进行围填海，未改变海域自然属性
	海岸整治	保护自然岸线	本项目建设未占用自然岸线
	海洋环境保护要求	重点保护对象中华白海豚、文昌鱼、白鹭。严格执行自然保护区管理要求	本项目符合自然保护区管理要求，对重点保护对象中华白海豚和白鹭的影响较小，详见 2.6.3.1 节
厦门湾港口航运区	用途管制	保障船舶停泊和通航用海	本项目未进行围填海，未改变海域自然属性，所在区域无锚地，未占用附近既有码头及其作业水域，根据《厦门电力与清水进岛隧道土建工程通航条件影响评价报告》，本工程海域段建设对航道海床冲淤演变、现有航道布置、航道日常维护、疏浚作业等基本没有影响，因此本工程不会对船舶停泊和通航安全造成影响，符合港口航运区的相关要求
	用海方式	除进行必要的航道疏浚外，禁止其他改变海域自然属性和影响航行安全的开发活动	
	海洋环境保护要求	保护航道、锚地资源	
厦门湾保留区	用途管制	保障渔业资源自然繁育空间	本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，不会对水域环境造成直接影响，不会破坏渔业资源自然繁育空间
	用海方式	禁止改变海域自然属性	本项目未进行围填海，未改变海域自然属性
	海洋环境保护要求	重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道	本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，不会对水域环境造成直接影响，对海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道的影响较小

综上，本项目建设符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》的要求。

2.6.1.2　福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020 年）

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020年）》，工程所在地海域环境规划为“厦门西海域一类区（FJ099-A-I）”（图2.3-3），主导功能为“航运、中华白海豚和白鹭保护”，辅助功能为“旅游、纳污”，水质保护目标为第一类海水水质标准。本项目海域段工程为海底隧道建设，与主导功能及辅助功能不冲突。

表 2.6-3 《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020 年）》（摘录）

海域名称	标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积（km^2）	主导功能	辅助功能	水质保护目标
西海域	FJ099-A-I	厦门西海域一类区	第一码头和嵩屿连线以北、高集海堤以南海域。	24°31′15.6″N，118°3′39.6″E	37.66	航运、中华白海豚和白鹭保护	旅游、纳污	一

2.6.1.3 福建省海洋环境保护规划（2011~2020 年）

根据《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》（图2.3-5），项目所在海域位于“厦门西海域中华白海豚重点保护区”（1.1-7）。该区域环保管理要求为“严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境，禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动。所在海域执行第一类海洋沉积物质量和海洋生物质量标准。

表 2.6-4 《福建省海洋环境保护规划（2011~2020 年）》（摘录）

代码	分区名称	地理位置（中心坐标）	分区范围	环境质量目标（远期）			环境保护管理要求
				海水水质	海洋沉积物	海洋生物质量	
1.1-7	厦门西海域中华白海豚重点保护区	24°31′15″N，118°03′38″E	海沧区嵩屿-思明区第一码头连线以北的厦门西海域	二	一	一	严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境，加强对保护区及周边海域港口码头建设及船舶航行的管理，禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动。

表2.6-5 项目与《福建省海洋环境保护规划》（2011~2020年）符合性分析表

区划相关要求	本项目符合性
严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境	本项目符合《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》，符合性分析详见2.6.3.1 节
禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动	本工程海域段隧顶最小海床覆盖层厚度为 9m，未进入白鹭栖息环境，在海床以上部分无构筑物，不属于在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动

综上，本项目符合《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020）的要求。

2.6.1.4 厦门市海洋环境保护规划（2016-2020 年）

根据《厦门市海洋环境保护规划（2016-2020年）》，本项目位于厦门西海域中华白海豚重点保护区（1.1-1）、大屿白鹭重点保护区（1.1-5）及厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区周边旅游环境保护利用区（2.2-5）。厦门西海域中华白海豚重点保护区的环境保护管理要求为严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境。禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭栖息的活动。吾屿、镜台屿、小兔屿、兔仔岛、白兔屿、猴屿等海岛禁止围填海、炸岩炸礁、填海连岛、实体坝连岛及其他可能造成海岛自然地形、地貌改变、海岛生态系统破坏的开发活动。

大屿白鹭重点保护区的环境保护管理要求为严格执行《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，严格保护白鹭及其栖息地，禁止围填海。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区周边旅游环境保护利用区的环境保护管理要求为保护海岸自然景观和沙滩资源，控制周边陆源污染物排放。

表 2.6-6 《厦门市海洋环境保护规划》（摘录）

海洋环境分级控制区				环境保护管理要求
类型		代码	分区名称	
1 重点保护区	1.1 自然保护区等法定保护区	1.1-1	厦门西海域中华白海豚重点保护区	严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境，加强对保护区及周边海域港口码头建设、船舶航行和旅游娱乐活动的管理，旅游休闲娱乐活动不得影响厦门珍稀海洋物种自然保护区的环境质量。禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭栖息的活动。吾屿、镜台屿、小兔屿、兔仔岛、白兔屿、猴屿等海岛禁止围填海、炸岩炸礁、填海连岛、实体坝连岛及其他可能造成海岛自然地形、地貌改变、海岛生态系统破坏的开发活动。严格控制筼筜污水处理厂尾水排放口（猴屿临时排放口）污染物排放总量，不得对周边海域生态环境造成不利影响。
		1.1-5	大屿白鹭重点保护区	严格执行《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，严格保护白鹭及其栖息地，禁止围填海。
2 控制性保护利用区	2.2 旅游环境保护利用区	2.2-5	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区周边旅游环境保护利用区	保护海岸自然景观和沙滩资源，控制周边陆源污染物排放。控制旅游活动规模，防止旅游活动对海域环境造成污染。严格保护吴冠自然岸线，禁止任何破坏或改变自然岸线地形地貌的开发活动，禁止围填海、非透水构筑物、透水构筑物用海活动，禁止新设污染物集中排放口。

微信公众号：阿乐资源库

表 2.6-7　项目与厦门市海洋环境保护规划（2016-2020 年）符合性分析表

区划相关要求	本项目符合性
严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的有关规定，保护中华白海豚、白鹭等珍稀物种及其生境	本项目符合《厦门市中华白海豚保护规定》和《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》的相关规定，详见 2.6.3.1 节
禁止在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭栖息的活动	本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，未进入白鹭栖息环境，在海床以上部分无构筑物，不属于在大屿岛内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动
吾屿、镜台屿、小兔屿、兔仔岛、白兔屿、猴屿等海岛禁止围填海、炸岩炸礁、填海连岛、实体坝连岛及其他可能造成海岛自然地形、地貌改变、海岛生态系统破坏的开发活动	本项目涉海段工程仅为海底隧道建设，未进行围填海、炸岩炸礁、填海连岛、实体坝连岛等开发活动，不会对海岛生态系统造成破坏；本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，且盾构施工过程将根据水底地形进行平衡压力值设定，因此对海岛自然地形、地貌影响较小。
严格保护白鹭及其栖息地，禁止围填海	本项目涉海段工程仅为海底隧道建设，未进入白鹭栖息范围，未进行围填海
保护海岸自然景观和沙滩资源，控制周边陆源污染物排放	本项目海域段自海沧大道东侧 J7 工井下海，通过海底隧道形式于第一码头 J8 工井登陆，盾构工作井主要占用绿化带及市政道路，未占用海岸和沙滩的，因此工程建设基本不会破坏沙滩和海岸自然景观。项目施工期及营运期污染物均妥善处理，保证污染物不会直接进入海域，严格控制陆源污染物排放。

综上，项目建设符合《厦门市海洋环境保护规划》（2016-2020年）的要求。

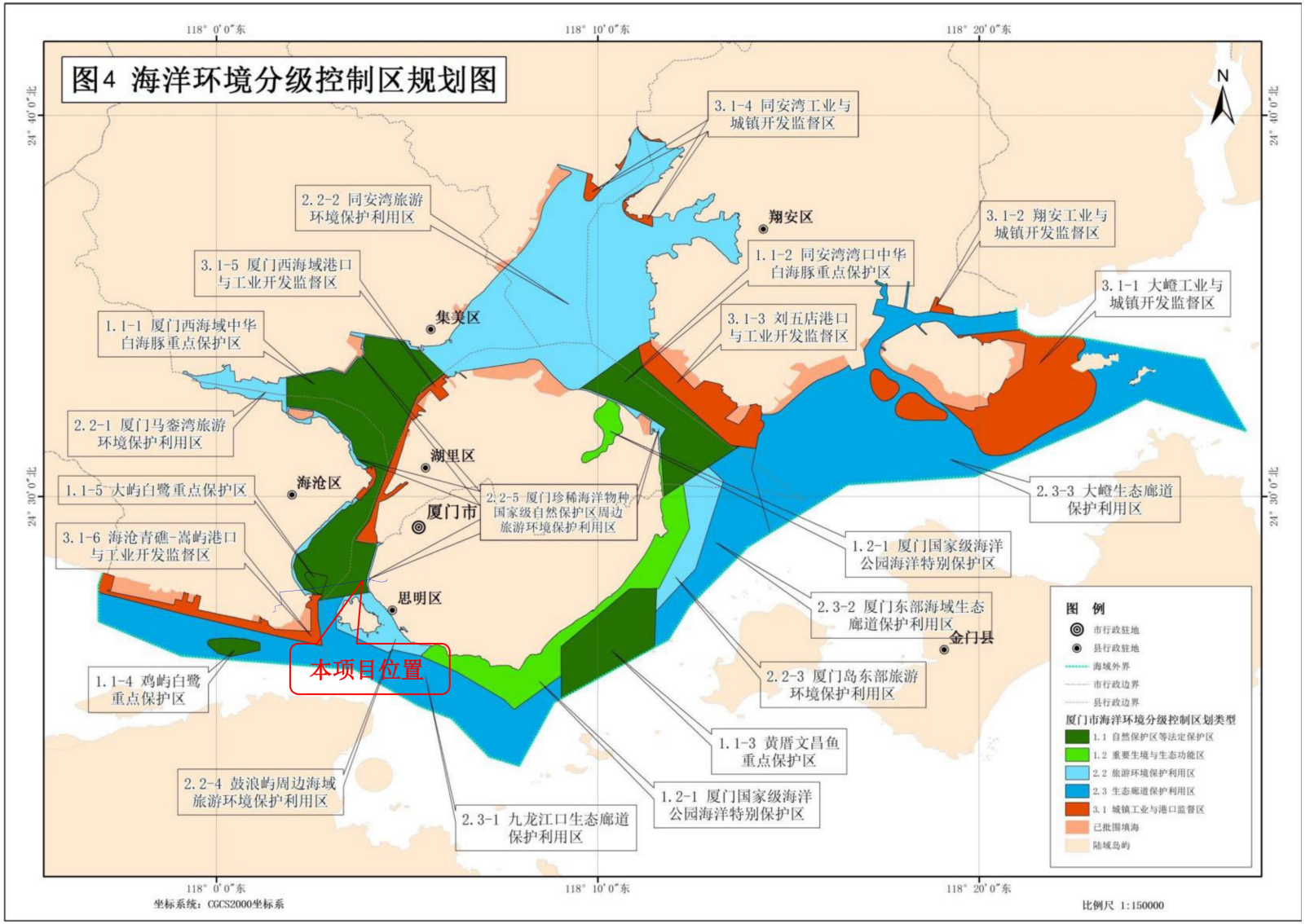


图 2.6-4 《厦门市海洋环境保护规划》（2016~2020 年）

2.6.2 《福建省海洋生态保护红线划定成果》及相关管理条例符合性分析

2.6.2.1 《福建省海洋生态保护红线划定成果》及相关管理条例管控要求

（1）《福建省海洋生态保护红线划定成果》

福建省海洋生态保护红线已于2017年12月28日经福建省人民政府批复，闽政文[2017]457号。

项目位于西海域海洋保护区生态保护红线区（350200-MPA-I-2）及大屿海洋保护区生态保护红线区（350200-MPA-I-3）（图2.6-5），根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》第二十七条【分级管控要求】，禁止类海洋生态保护红线中的海洋保护区“应遵照《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》、《海洋特别保护区管理办法》、《水产种质资源保护区管理暂行办法》及其他相关法规的有关规定进行管理，在保护区的核心区、缓冲区或重点保护区、预留区内，实行严格的管控制度，禁止实施改变自然生态条件的生产活动和任何形式的开发建设活动”。上述海洋生态保护红线区具体管控措施见表2.6-9。

综上，项目所在生态保护红线区涉及的管理条例及管理办法包括《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》、《海洋特别保护区管理办法》、《水产种质资源保护区管理暂行办法》及《中华人民共和国海洋环境保护法》等。

（2）《中华人民共和国自然保护区条例》

《中华人民共和国自然保护区条例》是为加强自然保护区的建设和管理，保护自然环境和自然资源制定。第十八条规定，“自然保护区内保存完好的天然状态的生态系统以及珍稀、濒危动植物的集中分布地，应当划为核心区，禁止任何单位和个人进入”；第二十六条规定，“禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外”；第三十二条规定，“在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施”。

（3）《海洋自然保护区管理办法》

《海洋自然保护区管理办法》是1995年5月29日国家海洋局发布，自1995年5月29日起施行的，为加强海洋自然保护区的建设和管理，根据《中华人民共和国自然保护区条例》的规定，制定的管理办法。第十三条规定，“核心区内，除经沿海省、自治区、直辖市海洋管理部门批准进行的调查观测和科学研究活动外，禁止其他一切可能对保护区造成危害或不良影响的活动”；第十五条规定，“在海洋自然保护区内禁止下列活动和行为：1．擅自移动、搬迁或破坏界碑、标志物及保护设施；2．非法捕捞、采集海洋生物；3．非

法采石、挖沙、开采矿藏；4．其他任何有损保护对象及自然环境和资源的行为”；第十六条规定，“未经国家海洋行政主管部门或沿海省、自治区、直辖市海洋管理部门批准，任何单位和个人不得在海洋自然保护区内修筑设施”。

（4）《海洋特别保护区管理办法》

《海洋特别保护区管理办法》由国家海洋局2010年颁布实施。第三十二条规定，“在重点保护区内，实行严格的保护制度，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动”；第三十三条规定“任何单位和个人不得擅自改变海洋特别保护区内海岸、海底地形地貌及其他自然生态环境条件；确需改变的，应当经科学论证后，报有批准权的海洋行政主管部门批准”；第三十六条规定，“禁止在海洋特别保护区内进行下列活动：（一）狩猎、采拾鸟卵；（二）砍伐红树林、采挖珊瑚和破坏珊瑚礁；（三）炸鱼、毒鱼、电鱼；（四）直接向海域排放污染物；（五）擅自采集、加工、销售野生动植物及矿物质制品；（六）移动、污损和破坏海洋特别保护区设施”；第三十九条规定，“严格限制在海洋特别保护区内实施采石、挖砂、围垦滩涂、围海、填海等严重影响海洋生态的利用活动”。

（5）《水产种质资源保护区管理暂行办法》

《水产种质资源保护区管理暂行办法》是2010年12月30日通过的暂行办法，用于资源保护区管理。资料显示，本项目所在海域未列入水产种质资源保护区。

（6）《中华人民共和国海洋环境保护法》

《中华人民共和国海洋环境保护法》第四十二条规定，“在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜区、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动”。

2.6.2.2　符合性分析

本项目与《福建省海洋生态保护红线划定成果》及相关管理条例符合性见表2.6-8。

表 2.6-8　符合性分析表

相关要求	本项目符合性
禁止实施改变自然生态条件的生产活动和任何形式的开发建设活动	本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，不会对海域自然生态条件造成影响，不属于改变自然生态条件的生产活动和开发建设活动
执行《中华人民共和国自然保护区条例》相关规定	本项目为海域段为海底隧道建设，不属于禁止类开发活动，不属于生产设施；本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，不会对自然保护区生态环境造成直接影响。
执行《海洋自然保护区管理办法》相关规定	本项目海域段埋入海床深度不小于 9m，不会对保护区自然环境、保护对象及资源造成直接影响
执行《海洋特别保护区管理办法》相关规定	本项目为海域段为海底隧道建设，未对保护区内海岸、海底地形地貌及其他自然生态环境条件造成影响，不属

相关要求	本项目符合性
	于《海洋特别保护区管理办法》规定的禁止进行的活动
按照海洋环境保护法律法规进行管理	本工程海域段工程为海底隧道施工，施工不会对保护区水域环境造成污染，不会对景观造成破坏
禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量	项目施工期及营运期污水、固体废物均采取相应的处理措施，不外排，不增设污染物集中排放口，不进行倾废，对海洋环境质量的影响较小

综上，本项目符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》及相关管理条例要求。

表 2.6-9　福建省海洋生态保护红线划定成果（摘录）

序号	所在行政区域		代码	管控类别	类型	名称	地理位置（四至）	覆盖区域面积（km^2）	生态保护目标	管控措施
	市级	县级								
136	厦门市	思明区、湖里区、海沧区、集美区	350200-MPA-I-2	禁止类	海洋保护区	西海域海洋保护区生态保护红线区	厦门岛西海域。四至：118°1′50.52″-118°6′1.48″E，24°27′16.09″-24°34′13.81″N	35.00	国家一级重点保护濒危野生动物中华白海豚物种及其生境	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关规定。红线内实行非封闭式管理。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。
138	厦门市	海沧区	350200-MPA-I-3	禁止类	海洋保护区	大屿海洋保护区生态保护红线区	大屿及其周边海域。四至：118°2.′19.3″-118°2.′55.09″E，24°27′26.56″-24°28′1.4″N。	0.64	白鹭等鹭鸟物种及其生境	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关规定。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。

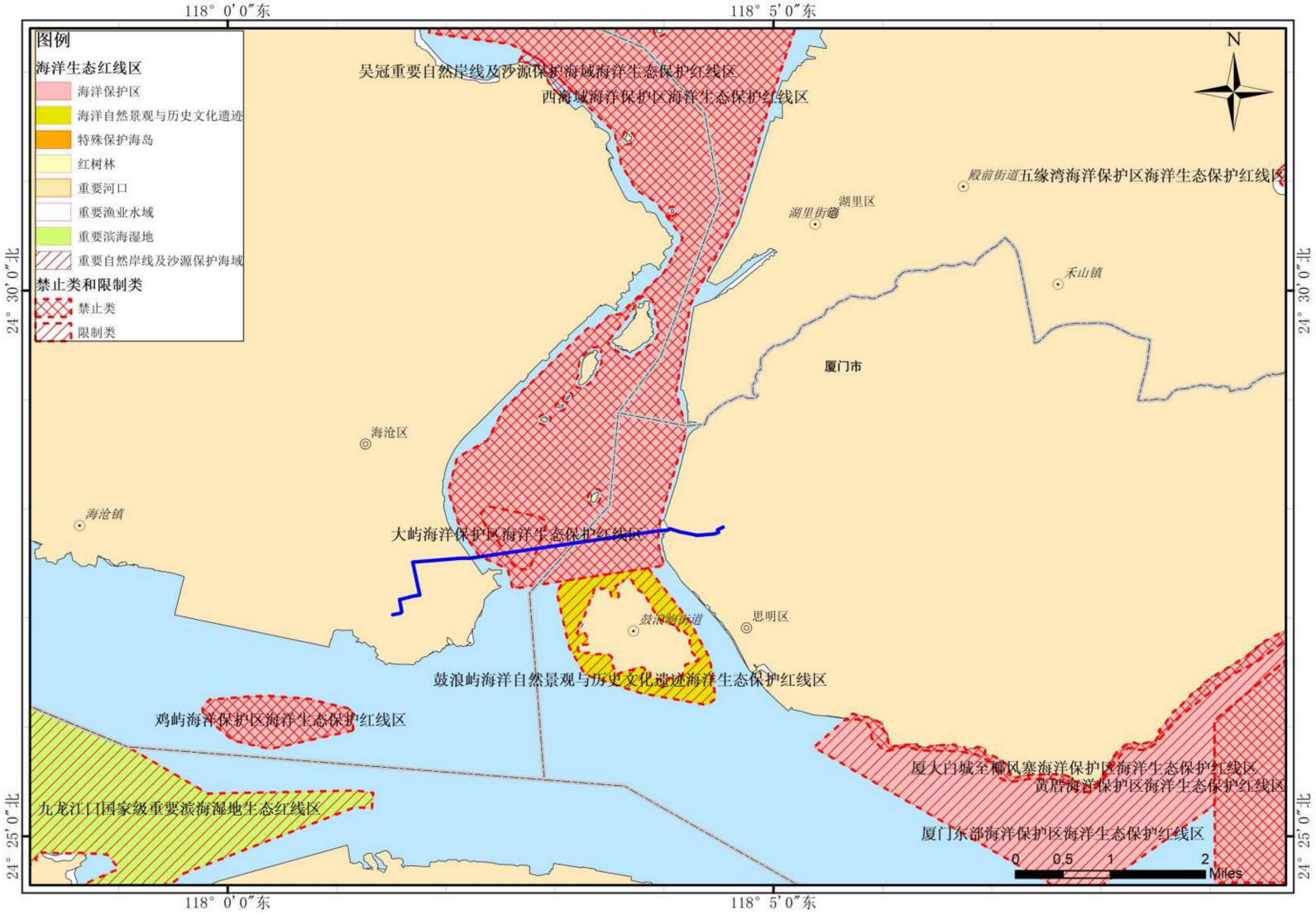


图 2.6-5　福建省海洋生态保护红线区分布图

2.6.3 区域相关保护规划及相关管理规定符合性

2.6.3.1 《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》及相关管理规定符合性分析

（1）《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》

2016年2月14日，福建省人民政府以闽政文[2016]40号批复该规划。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划期限为10年，即2016～2025年。规划分两期，其中近期为2016～2020年，远期为2021～2025年。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区处于厦门海域（地理坐标为117º53’～118º26’E、24º23’～24º44’N）。按照中华白海豚、文昌鱼和鹭科鸟类等保护对象的分布区域划定了保护区及外围保护地带。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）位于第一码头和嵩屿联线以北、高集海堤以南的西港海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点联线的同安湾口海域；厦门市其他海域为保护区外围保护地带，呈连续分布。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）包括大屿岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂。

厦门市珍稀海洋物种国家级自然保护区分布图见图2.6-6，本项目位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚及白鹭保护区。

《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》的功能区适应性管理措施要求如下：厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）实行非封闭式管理。严禁任何危害中华白海豚和文昌鱼资源及栖息环境的开发利用活动；严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）实行封闭式管理。严格执行《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》，禁止任何单位和个人擅自进入大屿岛和鸡屿岛。进入保护区考察、从事科学研究等活动，必须事先向自然保护区管理机构提出申请，经自然保护区行政主管部门批准后方可进行。

（2）《厦门市中华白海豚保护规定》

厦门市中华白海豚保护规定，是厦门市人民政府颁布的第65号文件，1997年10月18日发布，1997年12月1日生效。具体内容包括厦门中华白海豚自然保护区实行非封闭式管理，其范围界定为第一码头和嵩屿联线以北，高集海堤以南的西海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点联线的同安湾口海域。

根据第十条规定，“任何单位和个人都有义务保护中华白海豚资源及其生存环境，并有权监督、检举和控告一切破坏中华白海豚资源及其生存环境的行为。任何单位和个

人发现受伤、搁浅和因误入港湾而被困的中华白海豚时，应当及时采取紧急救护措施并报告市渔政管理机构处理；误捕入网的，应当及时放生；发现已经死亡的中华白海豚应当及时报告或送市渔政管理机构处理等内容”；第十一条规定，“禁止捕捉、杀害中华白海豚”，第十三条规定，“禁止电、毒、炸鱼等破坏中华白海豚资源及其生存环境的行为”。

（3）《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》

《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》于1995年11月1日厦门市第十届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过，2017年10月31日厦门市第十五届人民代表大会常务委员会第七次会议修正。

该办法确定厦门大屿岛白鹭自然保护区（以下简称自然保护区）的范围为大屿岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂，任何单位和个人都有保护白鹭（包括岩鹭、黄嘴白鹭、大白鹭、中白鹭、小白鹭等）及其赖以生息的环境的义务，并有权对违反自然保护法规的行为进行监督、检举和控告。第五条规定，“禁止在自然保护区范围内进行狩猎、毁鸟巢、掏鸟蛋、抓雏鸟和砍伐、烧荒、放牧、捕捞、采药、开垦、开矿、采石、挖沙等活动以及其他破坏地形、地貌及自然生态的活动”。第七条规定，“禁止任何单位和个人擅自进入自然保护区。禁止在自然保护区内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动”。

（4）符合性分析

本项目与《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》及相关管理规定符合性见表2.6-10。

表 2.6-10　符合性分析表

相关要求	本项目符合性
严禁任何危害中华白海豚和文昌鱼资源及栖息环境的开发利用活动	本项目距离黄厝文昌鱼保护区约 10.5km，距离较远，不会对文昌鱼资源及栖息环境造成破坏；根据《厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程白海豚影响专题评价》，本工程建设对中华白海豚资源及其生存环境的影响较小
严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》	根据《厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程白海豚影响专题评价》，本工程建设对中华白海豚资源及其生存环境的影响较小
严格执行《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》，禁止任何单位和个人擅自进入大屿岛和鸡屿岛。禁止在自然保护区内建设与保护白鹭无关的项目和进行有损白鹭生息的活动	本项目海域段为海底隧道建设，未进入白鹭栖息环境，在海床以上部分无构筑物，不会对海岛自然生态造成影响，且盾构施工过程将根据水底地形进行平衡压力值设定，因此对海岛自然地形、地貌影响较小，不属于保护区内禁止活动。

综上，本项目符合《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》及相关管理规定的要求。

2.6.3.2 《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030 年）》符合性分析

2017年4月，中华人民共和国住房和城乡建设部以建城函[2017]115号批复该规划。

规划将保护区划分为一级、二级、三级保护区三个层次，并对一、二级保护区实施重点保护控制，本项目位于规划中三级保护区（海域）和一级保护区（大屿），见图2.6-7。一级保护区内要求：只宜开展观光游览、生态旅游活动，应严格控制游客容量；历史遗迹应保护历史真实性和完整性；不得在鼓浪屿遗产区内进行其他建设工程或者爆破、钻探、挖掘等作业，不得建设污染文物保护单位及其环境的设施，不得进行可能影响遗产核心要素安全及其历史环境的活动。三级保护区（海域）的分级保护要求为：协调与自然保护区（中华白海豚、文昌鱼、白鹭保护区）的关系；保护和强化台海两岸景观、海岛景观、海上休闲运动，彰显“台海”特色，动静结合，做足海文章；做好海域保洁及无人居住岛的保护。

本项目海域段为海底隧道工程，不会对大屿岛植被、景观等造成影响，且工程未进入鼓浪屿遗产区，不会对遗产区内历史遗迹造成影响；根据2.6.3.1节分析，本项目符合自然保护区（中华白海豚、文昌鱼、白鹭保护区）的各项管控措施及相关管理规定，与自然保护区相协调；本项目海域段为海底隧道建设，不会对海岸景观、海岛景观造成破坏，不会对无人居住岛的生态环境造成破坏。

因此，本项目符合《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划（2017-2030年）》的要求。

2.6.3.3 《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》符合性分析

根据《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》，项目位于缓冲区内，缓冲区管理规定如下：鼓浪屿周边海域缓冲区范围内，不得建设污染遗产地及其环境的设施，不得进行可能影响遗产要素及其环境的活动，必须新建的设施，应当经厦门市文物行政部门同意后，报相关部门批准。

本项目海域段为海底隧道工程，不会对水域环境造成直接影响，不会污染遗产地及其环境，因此符合《鼓浪屿文化遗产地保护管理规划》的要求。

2.6.3.4 《厦门市生态功能区划》符合性分析

根据《厦门市人民政府关于厦门生态功能区划的批复》（厦府[2005]48号）有关资料，本项目海沧段位于海沧南部港口与工业环境生态功能小区（530120009），海域段位于西海域港口环境与珍稀海洋生物保护生态功能小区（530420019），思明段位于本岛城

区生态城市建设生态功能小区（530120001）。各生态功能小区生态功能及与本项目符合性见表2.6-11。

表 2.6-11　与《厦门市生态功能区划》符合性分析表

生态功能小区	生态功能	本项目符合性
本岛城区生态城市建设生态功能小区	主导功能：城市商贸生活生态环境；辅助功能：城市交通干线视阈景观、旅游生态环境；工业及污染物消纳生态环境	本项目思明段为陆域隧道工程，仅 4 个工作井保留陆上构筑物，占用面积较小，且主要位于绿化用地和人行道路，不会对区域主导功能及辅助功能造成影响；且本项目完工后将对现有的架空线路进行迁改缆化，有利于改善厦门西海域的旅游生态环境。因此本项目与该生态小区生态功能不冲突
海域港口环境与珍稀海洋生物保护生态功能小区	主导功能：港口环境和珍稀海洋物种生态环境；辅助功能：旅游生态环境和污染物消纳	本项目海域段采用海底隧道的形式，不会对港口船舶运营造成影响，不会对旅游生态环境和污染物消纳造成影响，根据《厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程白海豚影响专题评价》，本项目对白海豚及白鹭生态环境的影响较小。因此，因此本项目与该生态小区生态功能不冲突
海沧南部港口与工业环境生态功能小区	主导功能：港口与工业生态环境；辅助功能：污染物消纳、城镇视域景观生态	本项目海沧段为陆域隧道工程，J2~J4 工作井位于港区道路，但仅为临时井，施工完成后将回填恢复路面，不会对港区主导功能造成影响；海沧段仅 4 个工作井保留陆上构筑物，管理中心仅为单层建筑，占地面积小，且主要为绿化用地，不会对城镇视域景观生态造成影响，因此本项目与该生态小区生态功能不冲突

2.6.3.5　相关海岛保护规划符合性

（1）《福建省海岛保护规划（2011-2020年）》符合性分析

根据《福建省海岛保护规划登记表（2011-2020年）》，海沧大屿为无居民海岛，属于特殊保护类中的海洋保护区内海岛，具体说明见表2.6-12，要求严格执行保护管理规定，保护岛上植被，保护导航标志及周围红树林生态系统。根据《福建省海岛保护规划文本（2011-2020年）》，海洋保护区内海岛需保护海岛周边的岛礁、海域资源与生态环境，保护海岛景观，促进可再生资源的繁殖恢复，消除和减少人为的不良影响。

本项目以海底隧道的方式穿越海沧大屿，海域段隧顶最小海床覆盖层厚度不小于9m，不会对海床以上的水域环境造成直接影响，因此不会对岛上植被、导航标志及周围红树林生态系统造成破坏，不会对海岛景观和海域资源造成破坏。根据《厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程白海豚影响专题评价》，本项目对白鹭的影响较小。

综上，本项目符合《福建省海岛保护规划（2011-2020年）》的要求。

（2）《福建省无居民海岛保护规划（2011~2020年）》符合性分析

根据《福建省无居民海岛保护规划（2011~2020年）》，大屿岛为特殊用途类的特别

保护类海岛，需根据自然环境采取必要的保护措施，严禁可能破坏海岛植被、造成海岛地形、岸滩等破坏的开发活动，禁止在海岛上开山取土采石。

本项目以海底隧道的方式穿越海沧大屿岛，海域段隧顶最小海床覆盖层厚度不小于9m，因此不会对岛上植被、海岛地形、岸滩造成破坏，未进行禁止的开发活动，因此本项目建设符合《福建省无居民海岛保护规划》。

表 2.6-12 《福建省海岛保护规划登记表》（2011-2020 年）（摘录）

海岛编号	名称	行政隶属	岛陆面积（m^2）	岸线长度（m)	地理位置	岛屿特征	自然资源与环境	保护与利用现状	海岛分类		具体说明
									二级类	三级类	
N1881	海沧大屿	厦门市海沧区	178961	2484	在厦门市海沧区嵩屿东北侧海域中，与海沧大道未来海岸隔海相望，岛南对面即嵩屿客运码头和博坦油码头。	呈长条形，长轴近南北走向，最高点海拔59.9m。	由沉积岩组成。出露紫灰色流纹岩，具斑状结构；西南低洼处分布第四系残积土。地貌为侵蚀低丘。地势波状起伏，略呈双马鞍形。基岩海岸，有小片沙滩。地表土层较厚。植被受到较好保护，除个别岛缘陡峭滑坡或礁石裸露外。岛上是白鹭的主要栖息地。	西岸滩涂有红树林，建有堤岸、简易码头、护林员住的石屋一座。东侧临深水岸线，水深 5～20m。岛上建有灯桩。1995 年建立省级大屿岛白鹭自然保护区（核心区）。2000 年 4 月与厦门文昌鱼自然保护区、中华白海豚自然保护区组合建立“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区”。	特殊保护类	海洋保护区内海岛	已建立大屿岛白鹭自然保护区（核心区），严格执行保护管理规定，保护岛上植被；保护导航标志及周围红树林生态系统。

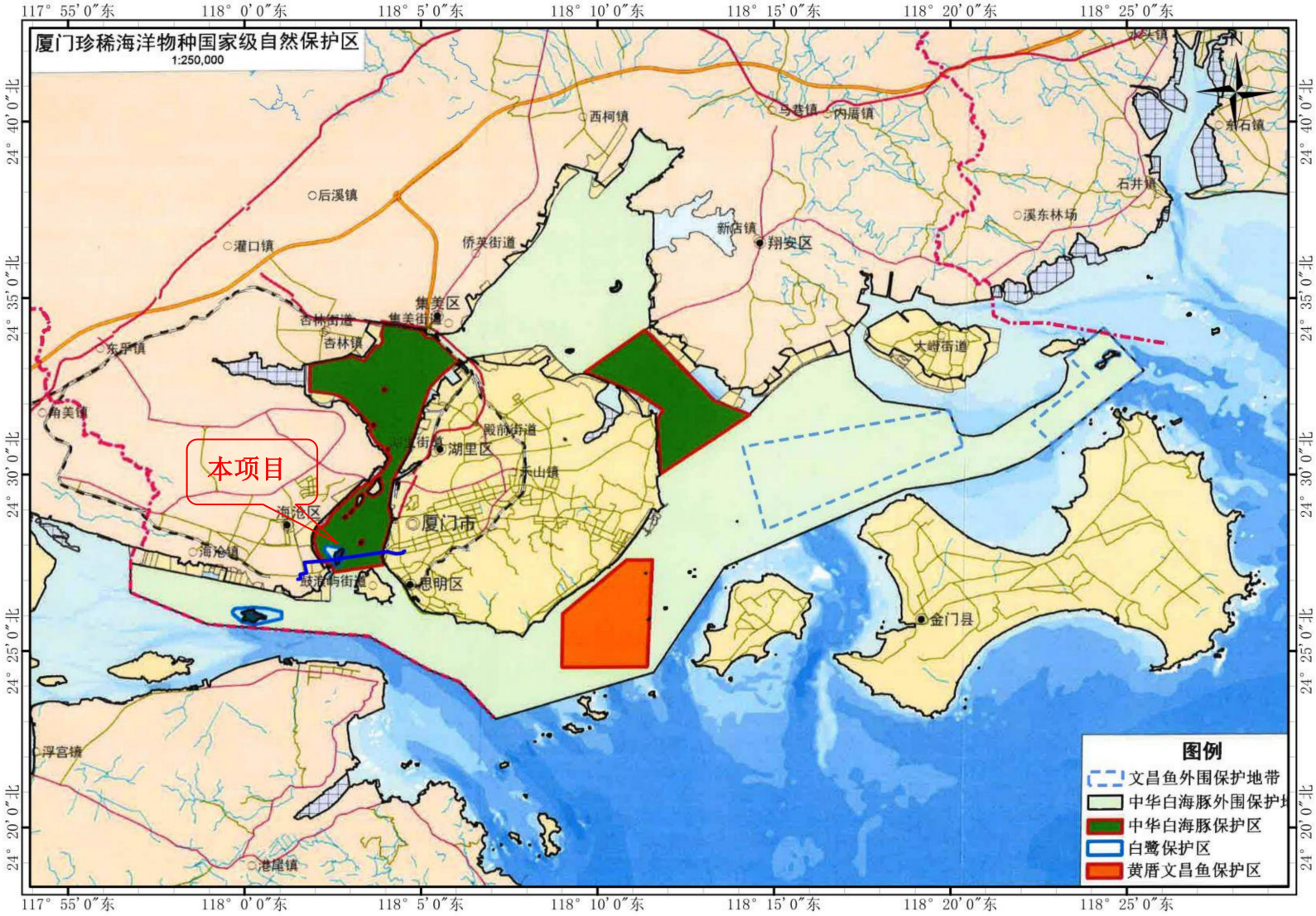


图 2.6-6　厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区

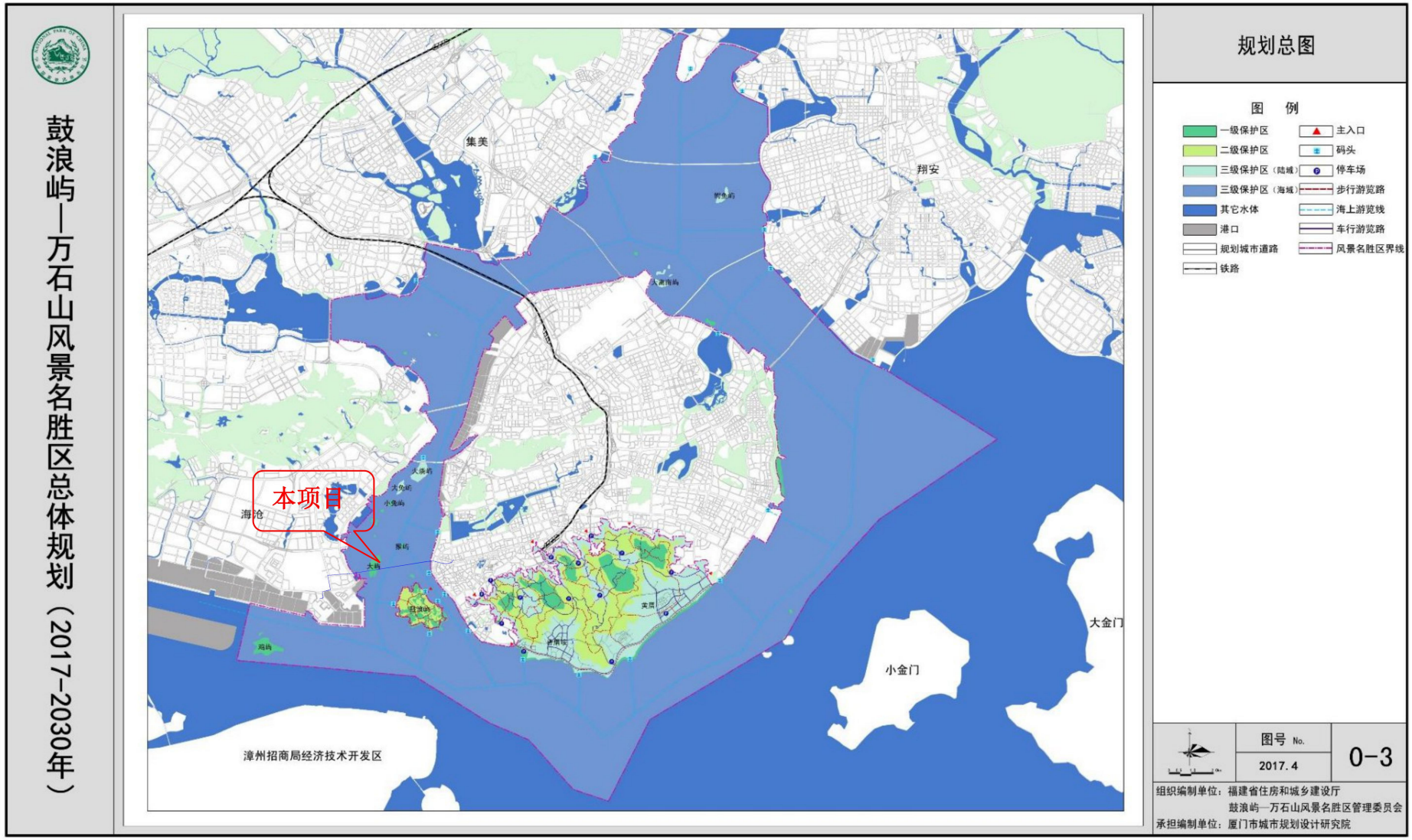
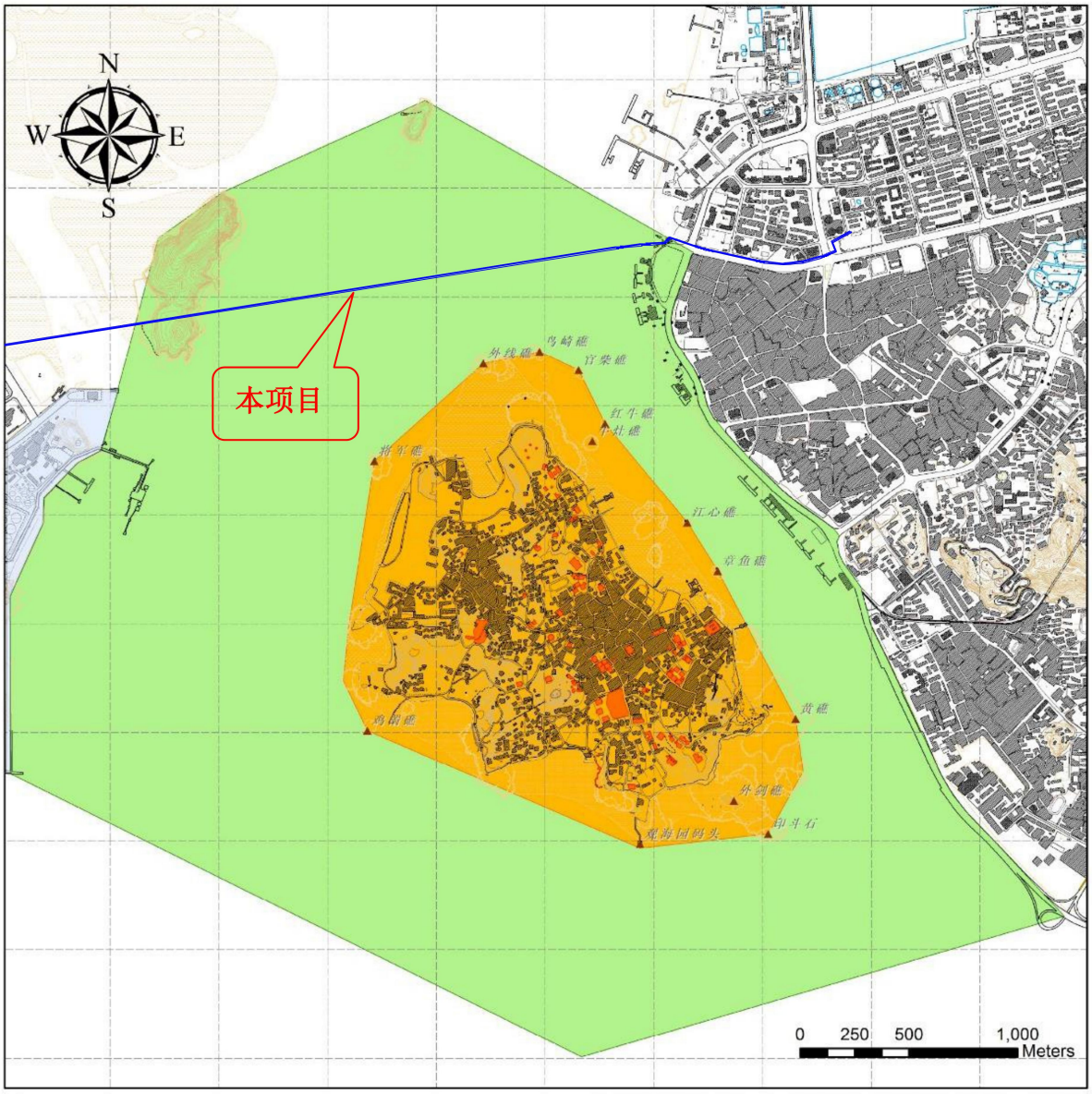


图 2.6-7　鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划



遗产区与缓冲区规划图

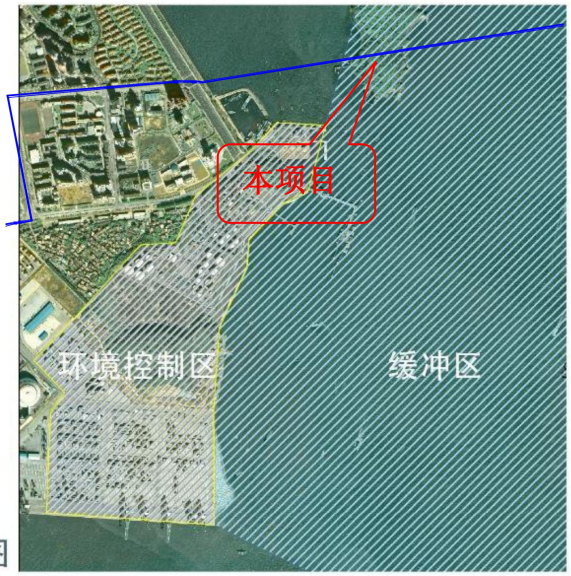
图 例

遗产核心要素

遗产区

缓冲区

环境控制区



遗产地环境控制区规划图

图 2.6-8　鼓浪屿文化遗产地保护规划

厦 门 市 生 态 功 能 区 划 图

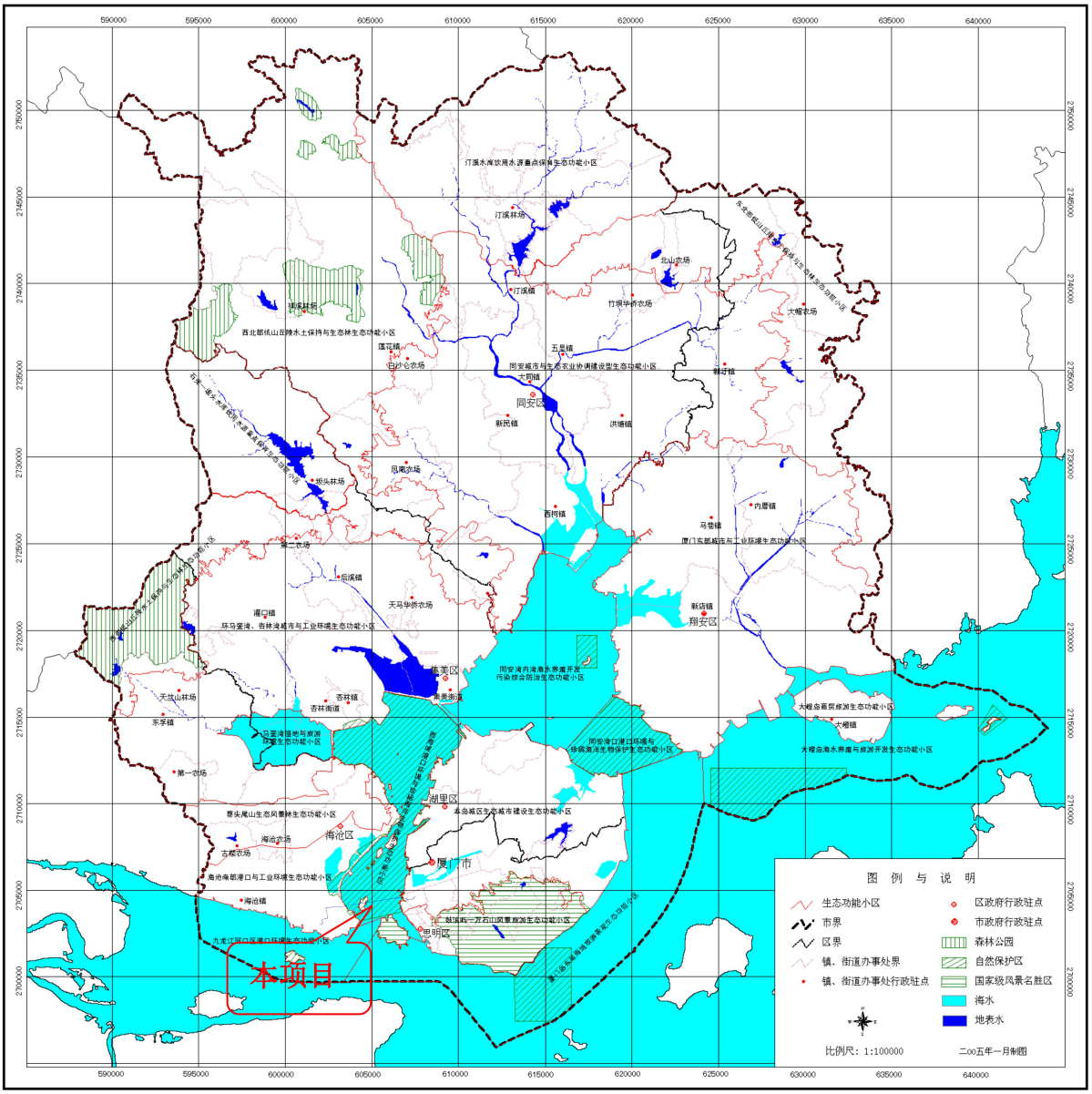


图 2.6-9　厦门市生态功能区划

2.6.4　城市相关发展规划符合性分析

2.6.4.1　《厦门市城市总体规划（2011-2020 年）》符合性分析

根据《厦门市城市总体规划（2011-2020年）》，本工程占用的规划用地类型主要为工业用地、道路与交通设施用地、农林用地及绿地与广场用地等。

根据《厦门市城市总体规划（2011-2020年）》中电力规划，规划目标为厦门市电网应逐步实现电源容量充足、网络结构合理、技术水平先进、运行灵活、安全可靠、高效低耗的目标，逐步接近国内大城市现代化电网的先进水平，以优质、可靠的电力供应，成为厦门市国民经济发展和人民生活进步的有力保障。电力工程规划中的高压走廊规划

为220千伏高压线路，在城市重要地段及城市景观要求较高地区采用电缆埋地敷设，其余采用架空敷设。给水规划各片区系统间相互连通，提高供水安全性。

现有的嵩屿电厂~220kV厦禾架空线路缆跨越厦门西海域，西侧为东屿湾旅游休闲娱乐区，南侧约1.5km为鼓浪屿旅游休闲娱乐区，架空线路沿线的角嵩路周边陆续建设了许多民用、商用建筑，人流密集，商业繁忙，线路本岛端位于鹭江道中心商务区边缘，因此现有架空线路属于城市重要地段及城市景观要求较高地区，进行迁改缆化符合规划要求；同时，缆化后能够有效的降低台风期间线路故障率，提高厦门岛内供电可靠性。目前进岛原水通过两条管径为DN2200过海管向本岛输水，各承担50%的输水量，进岛原水系统设置集中，并行实施，最近距离约3米，实质为一条通道，可靠性较低，因此需增加清水进岛管道提高供水安全性。

综上，本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，是架空线路缆化敷设和清水管道铺设的前提条件，符合《厦门市城市总体规划（2011-2020年）》。

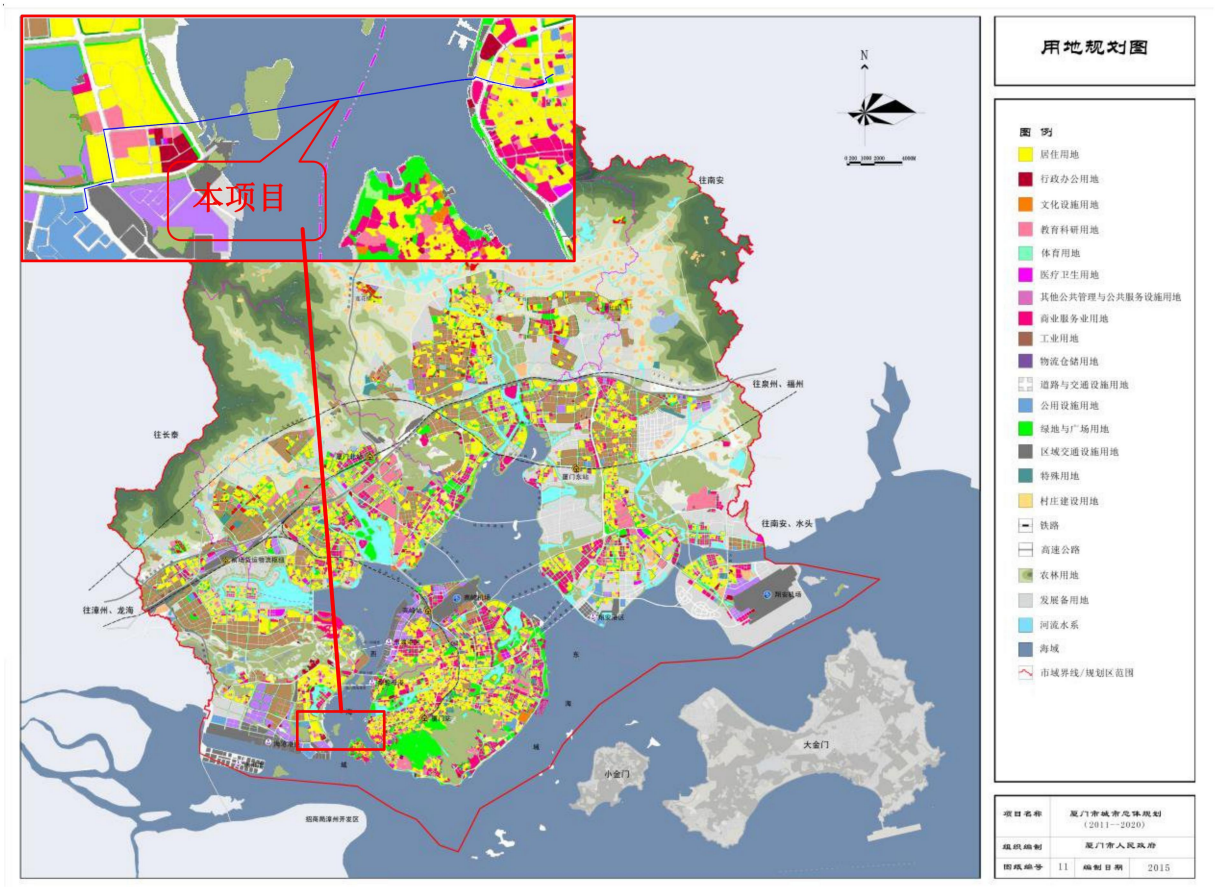


图 2.6-10　《厦门市城市总体规划（2011-2020 年）》

2.6.4.2　《厦门市旅游发展规划》符合性分析

《厦门市旅游发展规划（2004-2020 年）》中提出：在规划期内厦门建成中国南方

最重要的旅游中心口岸城市之一，中国生态质量最好的滨海旅游城市之一和东亚地区著名的旅游目的地；远景目标是最终建成一定知名度的全球性旅游目的地。

现有的架空线路横亘在鼓浪屿前，严重影响了厦门的城市景观环境和旅游城市形象，将其缆化入地符合厦门塑造城市形象的需要，本项目为电力通道迁改缆化的前提条件，符合《厦门市旅游发展规划（2004-2020年）》的要求。

2.6.4.3 《厦门市高压电力网专项规划（2017-2035 年）》符合性分析

根据《厦门市高压电力网专项规划（2017-2035年）》，未来厦门将形成六条通道向本岛供电的电网格局，其中第一、二、四通道敷设于现状电力隧道内，第三、五、六通道敷设于新规划的电力隧道或管沟内，将不再采取架空线路的方式连接陆、岛，原有的架空线路也将迁改缆化敷设于海底。

本项目为电力进岛第三通道迁改缆化的前提条件，符合《厦门市高压电力网专项规划》（2017-2035年）的要求。

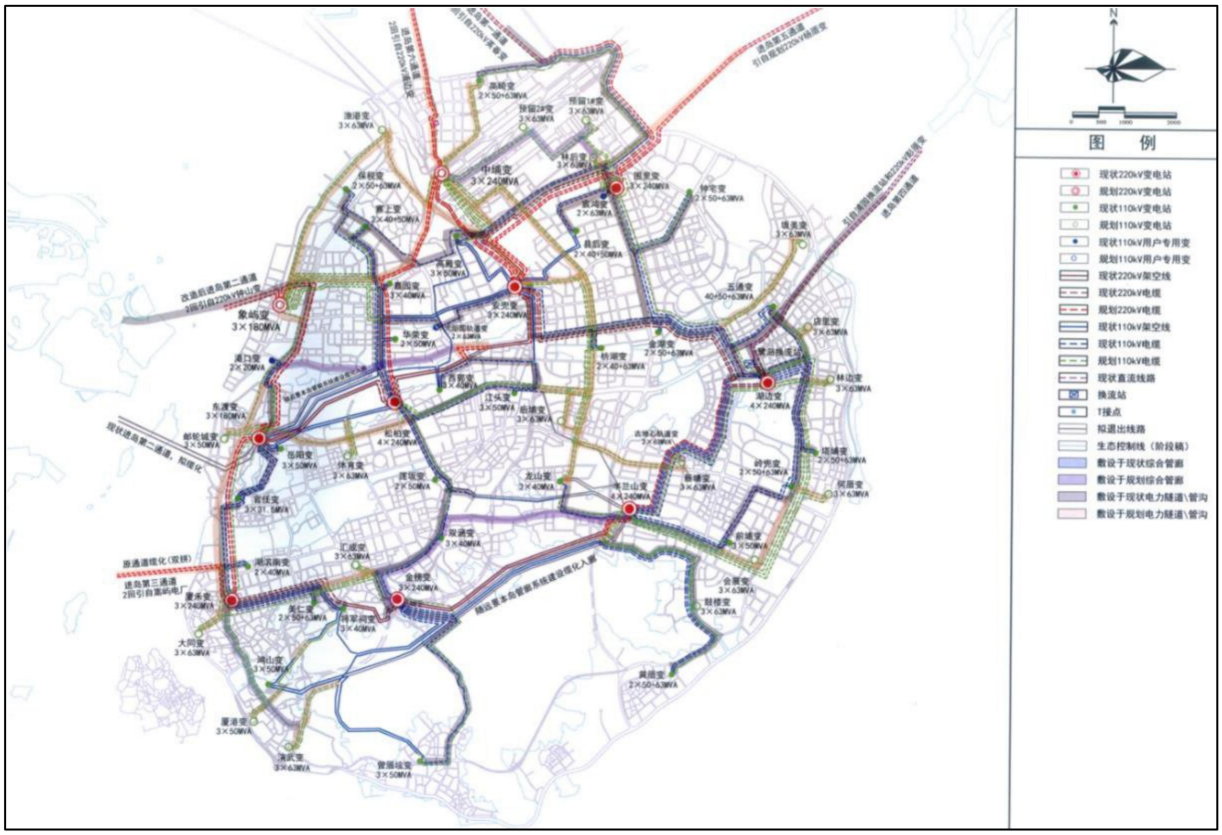


图 2.6-11 厦门市高压电力网专项规划（2017-2035 年）

2.6.4.4 《厦门市给水工程专项规划（2019-2035 年）》符合性分析

根据《厦门市给水工程专项规划（2019-2035年）》，本岛近期（2025年）最高日需水量为88万立方米/天，远期（2035年）最高日需水量为115万立方米/天。

本岛远期保留高殿水厂90万立方米/天，海沧清水进岛工程20立方米/天，新建集美后溪水厂向本岛供水规模50万立方米/天，本岛东部设置配水站。安兜水厂和莲坂水厂择机废除或转换功能，莲坂水厂转换为莲坂泵站。

海沧水厂现状规模为20万立方米/天，现已启动40万立方米/天的扩建，扩建后土建规模达到60万立方米/天，远期规模70万立方米/天，用地按80万立方米/天控制。近期本岛供水规模缺口为17万立方米/天，海沧清水进岛项目供水规模为20万立方米/天，近期可缓解本岛的供水困境。远期可作为本岛的应急保障，若当出现极端情况造成高殿水厂全面停产，依靠海沧清水进岛通道和后溪水厂通道能供应70万立方米/天水量，能满足岛内居民基本用水需求。

因此，本工程建设是海沧清水进岛项目的前提条件，符合《厦门市给水工程专项规划（2019-2035年）》。



图 2.6-12　本岛远期供水规划方案

2.7 “三线一单”符合性分析

2.7.1 生态红线符合性

（1）《福建省海洋生态保护红线划定成果》

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》，项目位于西海域海洋保护区生态保护红线区（350200-MPA-I-2）及大屿海洋保护区生态保护红线区（350200-MPA-I-3），根据2.6.2节分析，本项目符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》相关要求。

（2）厦门市生态控制线

根据厦门市生态控制线规划（见图 2.7-1），本工程部分占用生态控制线。根据《厦门市生态控制线管理实施规定》中“四、生态控制线范围内可建设下列项目：（一）公园、风景游览设施及配套服务设施；（二）农业生产设施、观光农业、休闲农业设施；（三）必要的道路交通、市政管线等线性工程、水利设施及公用设施；（四）其他与生态保护不相抵触的建设项目”可知，本工程为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，为电力进岛第三通道迁改缆化和清水管道铺设的前提条件，属“生态控制线范围内可建设项目”中的“（三）必要的道路交通、市政管线等线性工程、水利设施及公用设施”。因此本项目符合厦门市生态控制线规划。



图 2.7-1　厦门市生态控制线规划

2.7.2　环境质量底线符合性分析

项目所在区域的环境质量底线为：环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；声环境质量目标根据线位所在声环境功能区分别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类、3类及4a类标准；海域水环境质量目标为《海

水水质标准》（GB3097-1997）中第一类标准，海洋沉积物环境质量目标为《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第一类标准，海洋生物质量目标为《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准。

根据现状调查，区域环境空气质量、声环境质量符合对应标准，海水水质中pH、COD、活性磷酸盐、铅含量部分站位超过对应的标准（海水水质根据站位所在位置，分别执行第一类或第二类海水水质标准），其余各调查因子符合对应海水水质标准，沉积物中铜、锌、铬、石油类部分站位超过对应的标准（第一类沉积物标准），其余指标均符合对应的海洋沉积物质量标准，海洋生物质量中除汞、砷符合对应标准外（第一类海洋生物质量），其余各项指标超标严重。

经预测，本项目施工期及营运期各项污染物均符合相应污染物排放标准，落实各项环保措施后对环境的影响较小，不会突破环境质量底线。

2.7.3 资源利用上线符合性分析

本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，营运期所需资源仅为土地资源。隧道主线占地为地面以下岩层，工作井占地类型主要为人行道路、绿化带，工程总体占用地面以上土地资源较少，不会对区域土地资源总量造成较大消耗。因此，本项目符合资源利用上线要求。

2.7.4 环境准入负面清单

（1）《厦门市生态环境准入清单》（2019年版）及其补充规定

项目位于鼓浪屿-万石山国家级风景名胜区三级保护区、西海域海洋保护区生态保护红线区、大屿海洋保护区生态保护红线区，根据《厦门市生态环境准入清单》（2019年版）及其补充规定，上述区域生态环境准入条件见表2.7-1。

表 2.7-1 《厦门市生态环境准入清单》（2019 年版）（摘录）

空间单位名称、范围、面积	生态保护目标	生态环境准入条件
鼓浪屿－万石山国家级风景名胜区三级保护区（在一、二级保护区外的区域，总面积 229.01km^2。其中陆域面积 15.15km^2，海域面积 213.86km^2）	景区及其周边生态敏感区内生境	(1)准入有利于保护风景以及生态旅游、风景游览设施及配套服务设施类(如资源保护、生态修复、观景休憩、游览步道、生态厕所、游客安全等设施)建设项目；(2)优先准入林业种植类、物种抚育类、有利于保护生物多样性的项目；(3)可准入必要的高压走廊、饮水管道等线性重大建设工程、重大民生项目、公共服务基础设施工程、生态保护与修复等重点项目；(4)限制在风景名胜区内水域滩涂准入水产养殖项目，确需准入的必须采取污染防治措施，污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准；(5)除以上项目

空间单位名称、范围、面积	生态保护目标	生态环境准入条件
		外，严格限制准入其它与风景名胜保护和游赏无关项目，严格控制建设范围、规模和建筑风貌，并与周边自然和文化景观风貌相协调；(6)禁止准入开山采石项目，加大封山育林力度
西海域海洋保护区生态保护红线区（厦门岛西海域。四至：118°1′50.52″～118°6′1.48″E，24°27′16.09″～24°34′13.81″N，35km^2）	国家一级重点保护濒危野生动物中华白海豚物种及其生境	(1)执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关规定；(2)按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量；(3)除经专题论证确实无法避让海洋保护区的海底管线、通道项目以外，禁止其它任何项目建设；(4)在《福建省海洋功能区划(2011～2020)》中被划为旅游休闲娱乐区功能的部分区域，可适当发展旅游业，限制准入旅游开发项目，不改变海洋生态环境、自然海岸线前提下方可准入；(5)禁止准入任何破坏或改变自然岸线的项目、围填海项目及水产养殖项目
大屿海洋保护区生态保护红线区（大屿及其周边海域。四至：118°2′19.3″～118°2′55.09″E，24°27′26.56″～24°28′1.4″N，0.64km^2）	白鹭等鹭鸟物种及其生境	

①鼓浪屿－万石山国家级风景名胜区三级保护区

本项目属于生态准入条件第三条中的“重大民生项目、公共服务基础设施工程”，符合鼓浪屿－万石山国家级风景名胜区三级保护区可准入条件。

②西海域海洋保护区生态保护红线区及大屿海洋保护区生态保护红线区

根据2.6.2.1节分析，本项目符合生态环境准入条件中的第一条和第二条；根据线位比选研究，本项目属于无法避让海洋保护区的海底通道项目，且项目对中华白海豚及栖息地影响的专题评价报告已通过审查（农渔资环便[2020]276号），项目海域使用论证报告已获得审查意见（厦资源规划综[2021]24号），符合第三条的要求；本项目部分占用东屿湾旅游休闲娱乐区，工程海域段采用盾构施工，未进入海域，不改变海洋生态环境和自然海岸线，符合第四条的要求；本项目不属于第五条中禁止准入的项目。因此，本项目符合西海域海洋保护区生态保护红线区及大屿海洋保护区生态保护红线区的生态环境准入条件。

（2）根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，项目属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

综上，本项目符合环境准入负面清单的要求。

第三章　工程概况与工程分析

3.1　建设项目概况

3.1.1　项目基本情况

（1）项目名称：厦门电力与清水进岛隧道土建工程

（2）建设单位：厦门路桥建设集团有限公司

（3）建设性质：新建

（4）建设地点：位于厦门市海沧区、思明区以及厦门西海域

（5）主要建设内容及规模：本项目为厦门电力与清水进岛隧道土建工程，项目起于海沧区已建1#塔（24°27′1.26″N，118°1′30.92″），落地缆化后依次沿嵩屿港区道路-建港路-兴港路-嵩屿中路敷设至海沧大道东侧公园绿化带内入海，以隧道穿越本岛西部海域至思明区第一码头附近，之后继续沿着厦禾路向东敷设，在与湖滨西路交叉口处向北转向湖滨西路，随后右拐进入小学路，最后接入厦禾变。线路全长约6.175km，其中海沧端陆域隧道长2.119km，本岛端陆域隧道长0.978km，电力与清水共廊隧道段（海域段）长3.078km。全线共设工作井12座，其中盾构井2座，顶管井10座（包括临时井4座）。

（6）建设期：建设总工期拟定为49个月。

（7）项目总投资及环保投资：工程总投资估算为114437.87万元，环保投资497.57万元。



图 3.1-1　项目地理位置图

3.1.2　项目组成

项目组成见表3.1-1。

表 3.1-1　项目组成一览表

项目名称	工程内容	是否纳入评价范围
一、主体工程		
陆域段隧道建设	海沧区陆域段 2.119km，思明区陆域段 0.978km，主要采用顶管施工，J2~J3、J8~J9、J10~J11 之间采用明挖法施工	是
海域段隧道建设	过海段 3.078km，采用盾构法施工	是
二、辅助工程		
工作井	设置 12 座工作井，其中盾构井 2 座，顶管井 10 座（包括临时井 4 座），临时井后期需覆土回填，其余工作井营运期作为工作人员平时检查、维修的进出通道，并兼做通风井	是
供配电及照明系统	采用专业变压器供电，引入 10kV 电源用于隧道内动力、照明、监控等设备的供电，在全隧道内设置正常照明、应急照明（疏散照明），在隧道进出口处增设置过渡照明	是
监控与报警系统	包括环境与设备监控系统、视频安全防范系统、火灾报警系统、监控管理系统等	是
标识系统	隧道出入口及内部重要位置设置相应标识	是
消防系统	采用悬挂式超细干粉灭火系统，隧道间隔 200m 设置防火墙，在进出口处和每个防火分区内，均设置磷酸铵盐干粉灭火器、黄砂箱等消防器材	是

项目名称	工程内容	是否纳入评价范围
排水系统	陆域段渗漏水经排水沟及连通管排入下游低点的集水坑，经水泵提升经工作井就近排入市政雨水管网；海域段呈 V 坡设计，存在一处最低点，渗漏水经水泵提升就近排至海域段两端的盾构井，经盾构井处的集水坑二次提升就近排入市政雨水管网	是
通风系统	陆域段采用自然通风的方式，海域段采用机械进风、机械排风的通风方式	是
管理中心	结合 J7 工作井建设，设置了监控室、监控机房、UPS 电源室、卫生间、茶水间及值班室、休息室等	是
三、依托工程		
预制场	盾构管片和顶管管件依托厦门市现有工厂进行预制	否
弃土场	依托厦门市合法消纳场旧海沧中学后石窟	否

3.1.3 项目用海情况

根据《海域使用分类体系》（HY/T 123-2009），项目用海类型一级类为“海底工程用海”，二级类为“海底隧道用海”类型。项目用海方式为“构筑物用海”之“海底隧道用海”。项目申请用海总面积 8.1618hm^2。项目宗海位置图见图 3.1-2，宗海界址图见图 3.1-3，项目申请用海情况见表 3.1-2。

表 3.1-2 项目申请用海情况

用海类型		用海方式		用海面积（hm^2）	用海期限（年）
一级类	二级类	一级方式	二级方式		
海底工程用海	海底隧道用海	构筑物用海	海底隧道用海	8.1618	40

涉及商业秘密，予以删除。

图3.1-2　项目宗海位置图

涉及商业秘密，予以删除。

图3.1-3　项目宗海界址图

3.2 工程建设方案

3.2.1 工程线位设计方案

3.2.1.1 线位比选方案

海沧端起点位置为嵩屿电厂1#终端塔，向东敷设至西海岸入海，根据周边环境及用地情况，嵩屿码头及码头以南不具备下海条件；考虑到工程可实施性，尽可能减少工程规模，降低对周边环境和已有工程的影响，海沧端入海点不宜距离项目起点过远，综合考虑可能的入海点为：①角嵩路与海沧大道交叉口东侧公园绿化内；②嵩屿中路与海沧大道交叉口东侧公园绿化内。本岛端项目终点位置为角滨西路与小学路交叉口处的厦禾变，由于厦门西海域东海岸沿线主要为人工构筑岸线，沿线码头众多，可选择的登陆点较少，本工程选择在厦禾路登陆。综合上述条件，本工程线位无法避让中华白海豚保护区核心区。

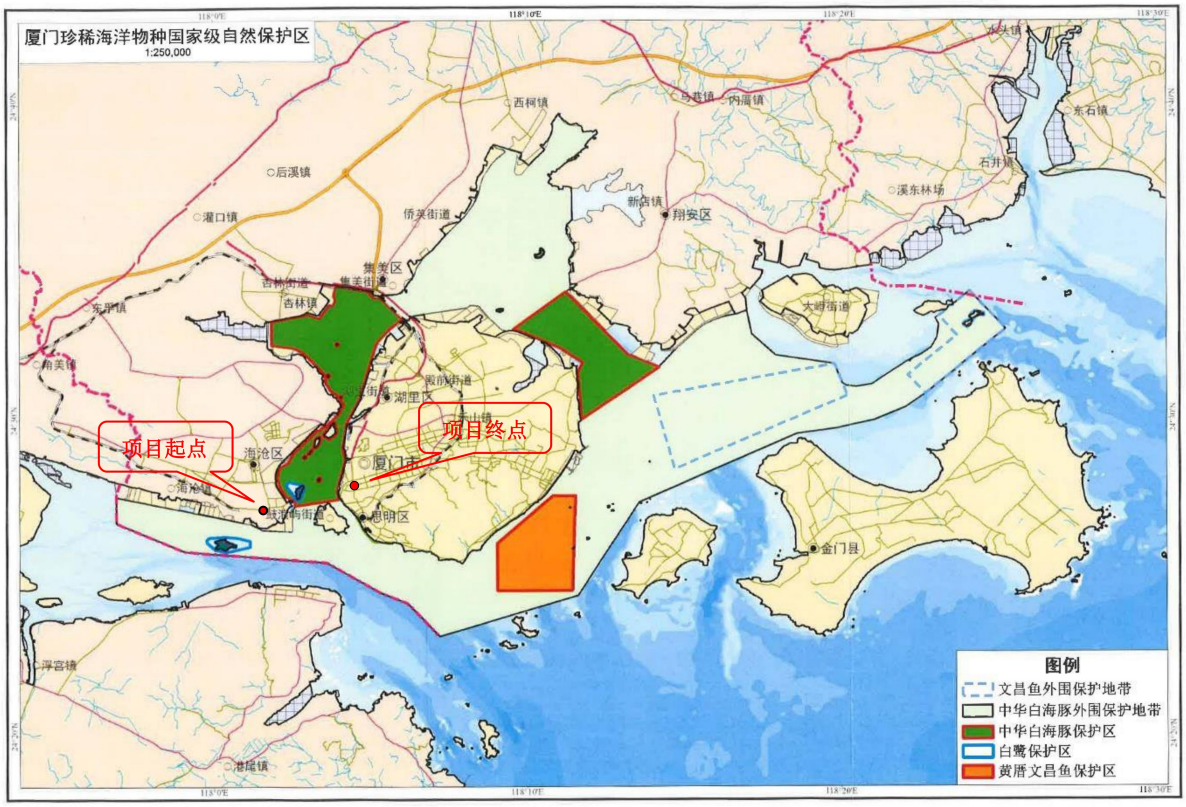


图 3.2-1 项目起点、终点与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位置关系

（1）线位一

线路起自海沧端已建#1塔，落地缆化后依次沿嵩屿港区道路-建港路-兴港路-嵩屿中路敷设至海沧大道东侧公园绿化带内井位入海，径直下穿大屿岛穿越厦门西海域，到达本岛端厦禾路井位登陆，之后继续沿着厦禾路向东敷设，在与湖滨西路交叉口处向北转

向湖滨西路，随后右拐进入小学路，最后接入厦禾变。

线路全长6175m，其中海沧端陆域段长2119m，海域段长3078m，本岛端陆域段长978m，共设工作井12座。

（2）线位二

线路起自海沧端已建#1塔，落地缆化后依次沿嵩屿港区道路-建港路-兴港路敷设，过嵩屿中路路口后继续往北延伸至角嵩路，沿角嵩路南侧向东至海沧大道东侧井位入海，向东南方向从大屿岛北侧猴屿南侧直线斜穿海域，直接到达本岛端厦禾路井位登陆，在本岛端陆域段路径同线位一，最终接入厦禾变。

线路全长7522m，其中海沧端陆域段长3044m，海域段长3504m，本岛端陆域段长978m，共设工作井13座。

线位比选情况见表3.2-1，线位情况见图3.2-4。

表 3.2-1　线位比选

方案 比较项目	线位一	线位二
隧道全长	6.175km	7.522km
海沧端长度	2.119km	3.04km
本岛端长度	0.978km	0.978km
海域段长度	3.078km	3.504km
工作井数量	12 座	13 座
施工风险	海域段地质相对较好，存在 4 处硬岩地段，地势起伏较为平稳，施工风险相对较小	海域段长度较长，地质条件复杂，存在断层破碎带及基岩突起，存在一定施工风险
海域资源占用	海域段较短，对海域资源占用范围较小，后期航道清淤对本项目影响较线位二小	海域段较长，对海域资源占用范围较大，后期航道清淤对本项目影响较线位一大
对海岛资源影响	线位穿越大屿岛岩石层，海床最小覆盖厚度为 9m，不会对海岛植被、海岛景观等造成影响	线位避开大屿岛，不会对海岛资源造成影响
生态环境影响	陆域工作井需占用绿化用地；海域段线路较短，施工对海域的影响比线位二更小	陆域工作井需占用绿化用地；海域段长度较长，施工对海域的影响比线位一更大
自然保护区	从海床以下穿越大屿岛白鹭自然保护区（225m）及中华白海豚核心保护区，符合相关管控措施及管理规定	从海床以下穿越中华白海豚核心保护区，从大屿岛北侧绕避白鹭保护区，符合相关管控措施及管理规定
福建省海洋生态保护红线	从海床以下穿越西海域海洋保护区生态保护红线区及大屿海洋保护区生态保护红线区，符合相关管控措施及管理条例	从海床以下穿越西海域海洋保护区生态保护红线区，符合相关管控措施及管理条例
推荐	线位一	

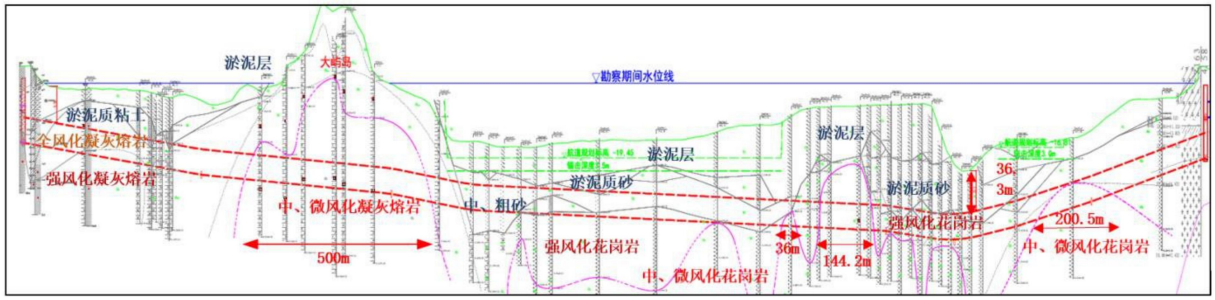


图 3.2-2　线位一纵断面图

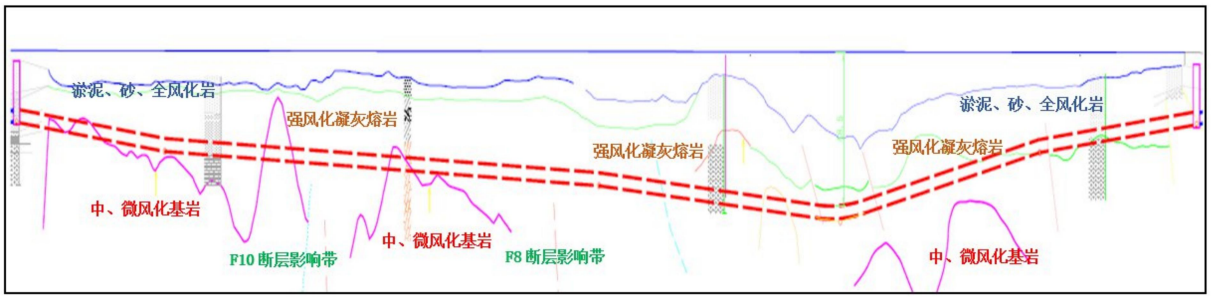


图 3.2-3　线位二纵断面图

综上，线位一、二均符合自然保护区、海洋生态保护红线相关管控措施及规定，线位一隧道总长较短，工程量较小，施工风险较小，对海域资源占用较小，因此线位一为本项目推荐线位。



图 3.2-4　方案比选线位

3.2.1.2　推荐方案平面设计

线路起自已建1#塔，落地缆化后（设置J1井）改用电缆方式向东敷设至嵩屿集装箱

码头匝口进出场道路西侧（设置J2井），以明挖顺接（约23.836m）的方式接至J3井，而后北转，沿行政车辆通道敷设至建港路（设置J4井）后右转，向东至兴港路交叉口（设置J5井）后左转，往北沿兴港路西侧绿化带敷设，至嵩屿中路交叉口（设置J6井）后右转，继续沿嵩屿中路往东敷设到达海沧端盾构井（J7井）。本段陆域段全长2.119km，共设工作井7座。

海域段起于海沧端角嵩路入海点（J7井），入海后直线下穿大屿岛，并依次下穿东渡航道猴屿西航段、东航段以及邮轮中心至鼓浪屿航道二期，到达本岛端厦禾路登陆点井位一上岸。海域段全3.078km，线路直线横穿大屿岛，穿岛段长约225m，根据地质钻孔及前期资料搜集分析可知，大屿岛上上覆强风化层，岩面较高，据推测由于断层的存在，岛上存在岩性分界面，基岩以花岗岩和凝灰熔岩为主。线路共穿越两处断层风化深槽，分别为F8、F10，位于大屿岛东西两侧。

线路穿越厦门西海域后，在第一码头北侧厦禾路设井登陆（设置J8井），通过明挖段衔接转（约29.024m）至道路北侧（设置J9井），而后沿着厦禾路北侧与BRT高架平行向东敷设，至湖滨路交叉口公园绿化内（设置J10井），在与小学路交叉口绿化带内（设置J11井），右转进入小学路，最后直接接入厦禾变院墙内（设置J12井）。本岛端陆域段全长0.978km，设工作井5座。

隧道线路全长约6.175km，其中电力隧道段（陆域）海沧端2.119km，本岛端0.978km，电力与清水共廊隧道段（海域）3.078km。



图 3.2-5　线路平面布置图

3.2.1.3　推荐方案纵断面设计

线路由已建1#塔缆化入地为设计起点，先后以-2.24%下坡、-0.5%下坡、0.684%上坡、-0.89%下坡、-1.03%、0.5%上坡依次经过嵩屿货运码头、建港路、兴港路、嵩屿中路横穿海沧大道到达海沧湾公园内入海点，之后再以-2.1%、-1.02%、2.04%、3.9%的上坡依次经过大屿岛、东渡航道、邮轮中心至鼓浪屿航道二期等穿越厦门西海域，登陆后以-5%下坡、-0.5%下坡、0.5%、0.5%上坡连接至厦禾变。海域段设计为V型坡，最低点设置废水泵房。隧道最大纵坡3.9%，最小纵坡0.5%。

陆域段隧道覆土保证1.5倍洞径，即5.4m（海沧）、6.3m（本岛），同时需考虑穿越现状道路时对地下管线的影响，至少保证0.5D净距；海域段隧道需满足结构抗浮以及盾构施工安全的最小埋深要求，覆土厚度在淤泥层以下保证1倍洞径，即6.7m，但淤泥层不得作为持力层；根据航评结论，东渡航道规划底高程-19.45m，疏浚超深0.6m，锚击深度3.5m（按10万吨船舶抛锚），邮轮中心至鼓浪屿航道区规划底高程-16.81m，锚击深度3.0m，非航道区考虑应急抛锚深度3.0m；综合考虑，航道段覆土厚度不小于10m，非航道段覆土厚度不小于9m。

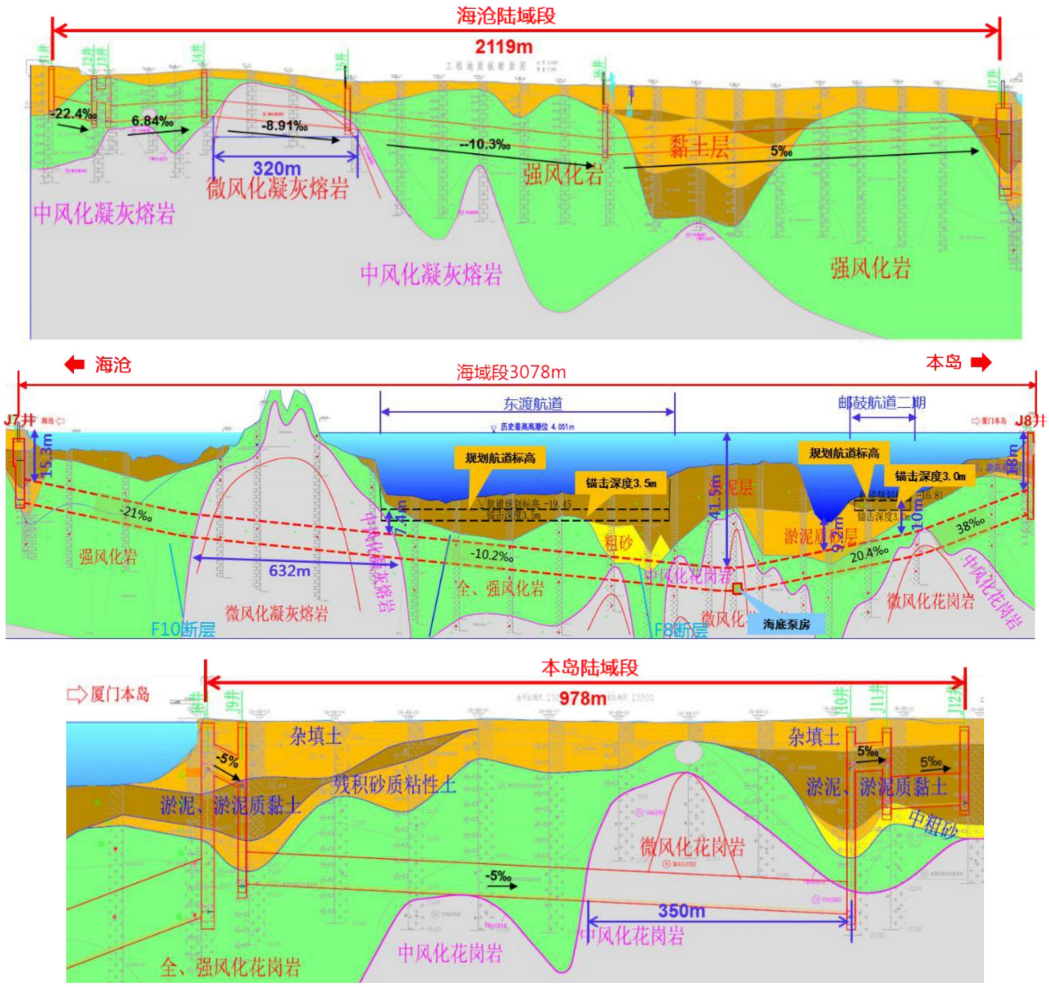


图 3.2-6　各段地质纵断面图

3.2.1.4 推荐方案横断面设计

（1）陆域段隧道横断面

陆域段隧道断面采用圆形断面，其中海沧端隧道结构断面外径3.6m，壁厚0.30m，内径3.0m。本岛端隧道结构断面外径4.2m，壁厚0.35m，内径3.5m。

①海沧端陆域段

入廊管线为2回220kV双拼高压电缆，嵩屿中路段隧道横断面两侧各设3层2回路220kV双拼高压电缆支架（中间设置接头层）+1排自用弱电支架，考虑电缆蛇形敷设支架最小宽度约0.85m，中间通道宽1.0m，隧道横断面设计为外径3.6m，壁厚0.3m，内径3.0m；建港路、兴港路段考虑保持原断面尺寸不变，通过优化内部空间布置，将嵩~钟线2回路非双拼高压电缆与本项目电缆同舱敷设。

海沧端陆域段J2~J3段采用明挖式施工，采用现浇框架矩形管廊，管廊内径为2.7x2.3m，壁厚为0.35m，明挖段长度长度约为25m。隧道断面两侧各设3排2回路220kV双拼高压电缆支架（中间设置接头层）+1排自用弱电支架，考虑电缆蛇形敷设支架最小宽度约0.85m，中间通道宽1.0m。支架最上层及最下层间距40cm，其余间距均为50cm。

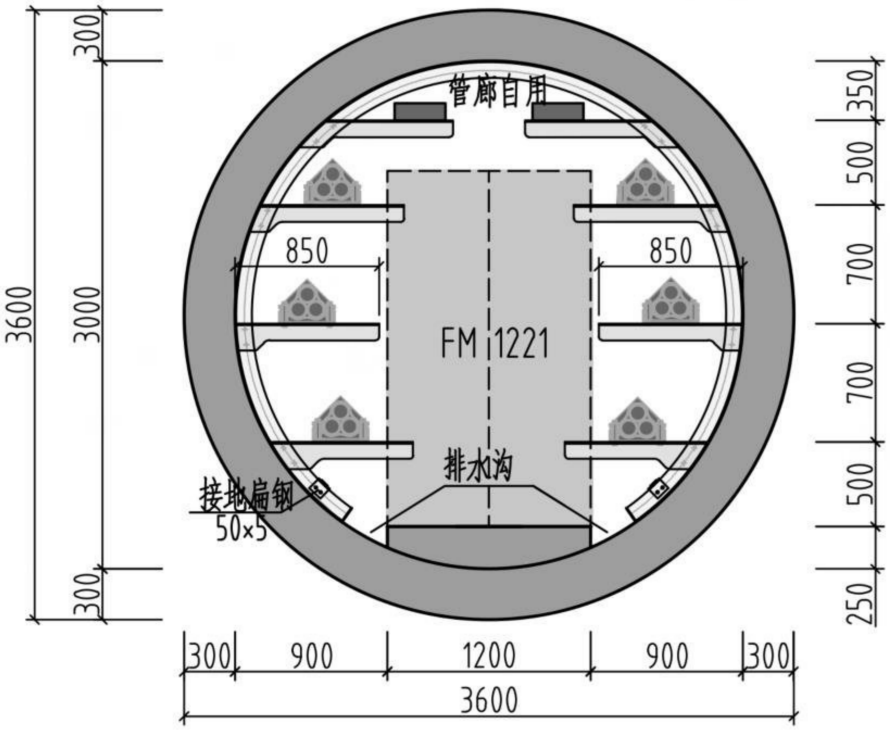


图 3.2-7 海沧陆域段横断面（嵩屿中路段）

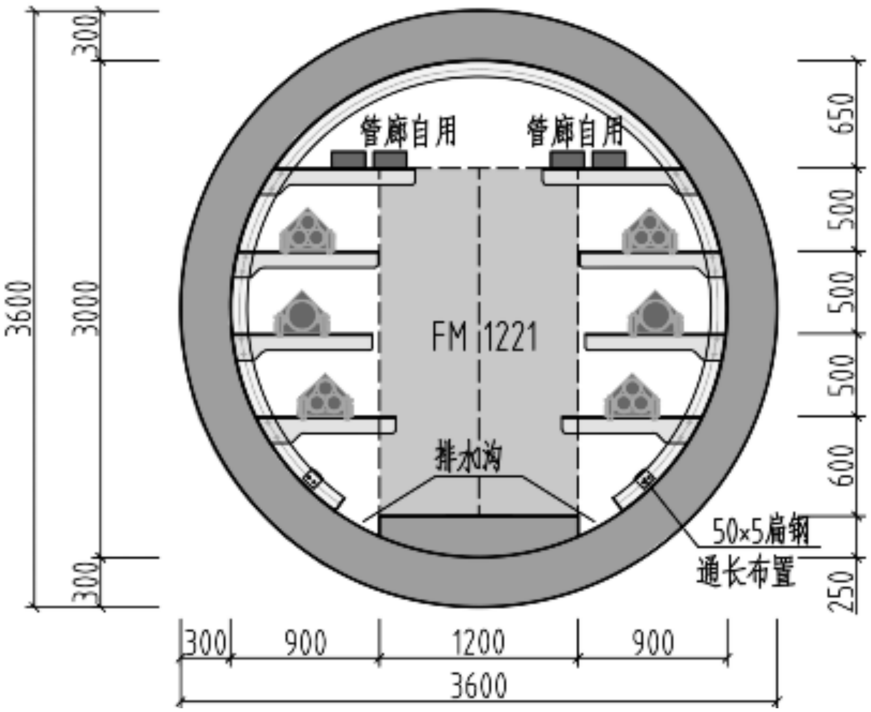


图 3.2-8 海沧陆域隧道横断面图（建港路、兴港路段）

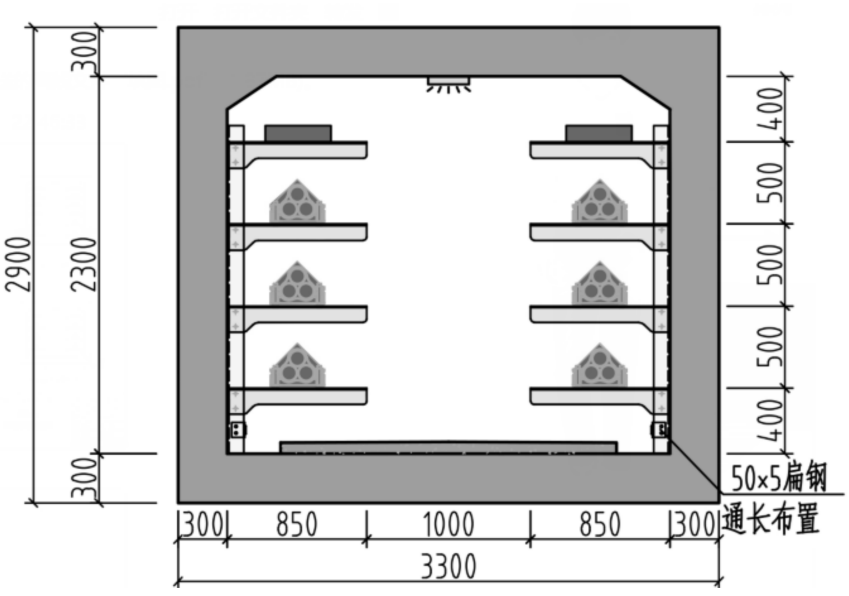


图 3.2-9 海沧陆域电力隧道横断面图（明挖段）

②本岛端陆域段

本岛端陆域段入廊管线主要为4回220KVA（预留2回220KVA）、6回110KVA（预留1回110KVA），电缆支架采用双侧布置，每侧各布置6组电力支架，2组220KVA电缆支架，3组110KVA电缆支架，1组自用电缆支架。根据电缆的布置方式，110KVA采用一字型布置，220KVA采用品字型布置，因此110KVA竖向间距采用45cm，220KVA竖向间距

采用50cm，电力隧道内净空高度以电缆支架层数和间距控制。根据相关规范确定本岛陆域段顶管内径为φ3500。

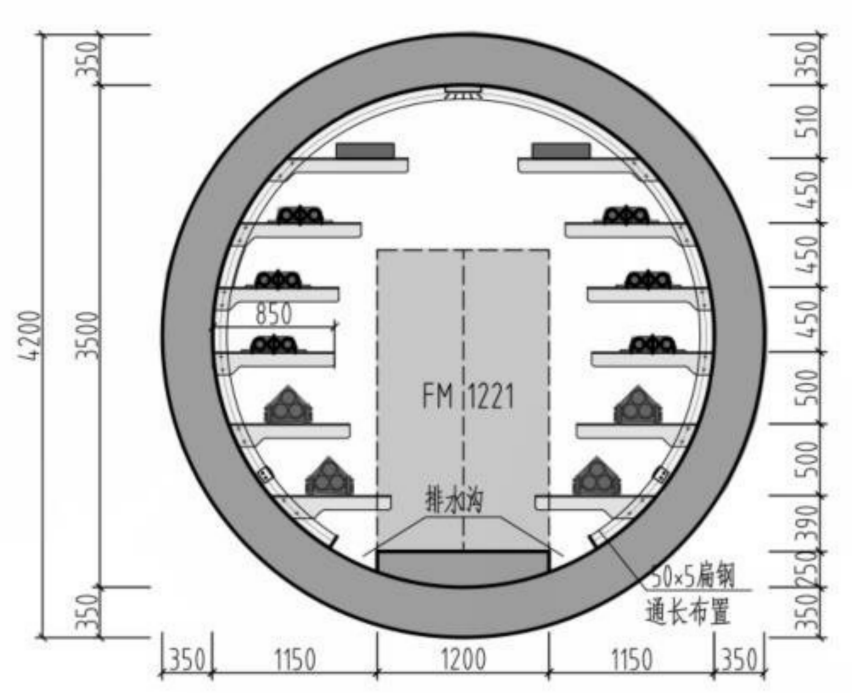
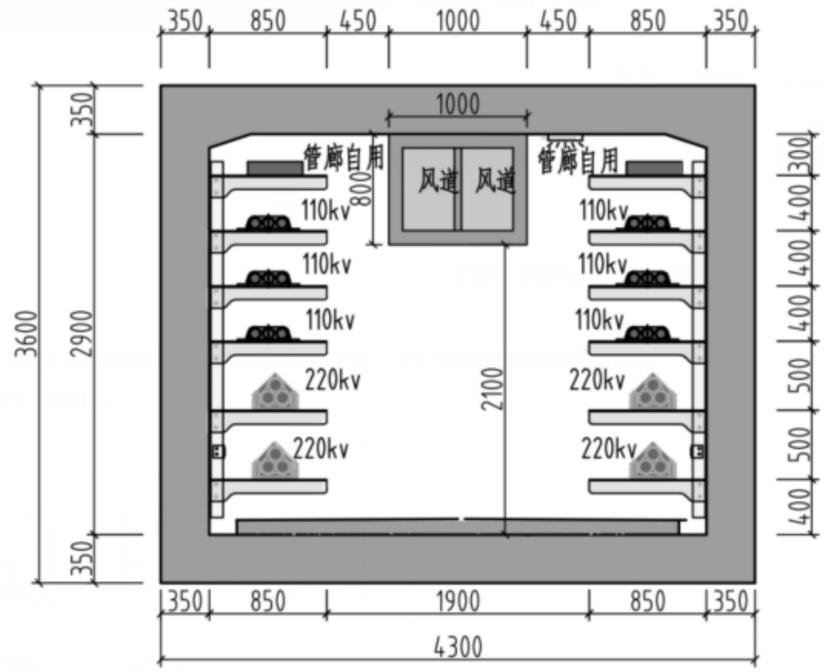
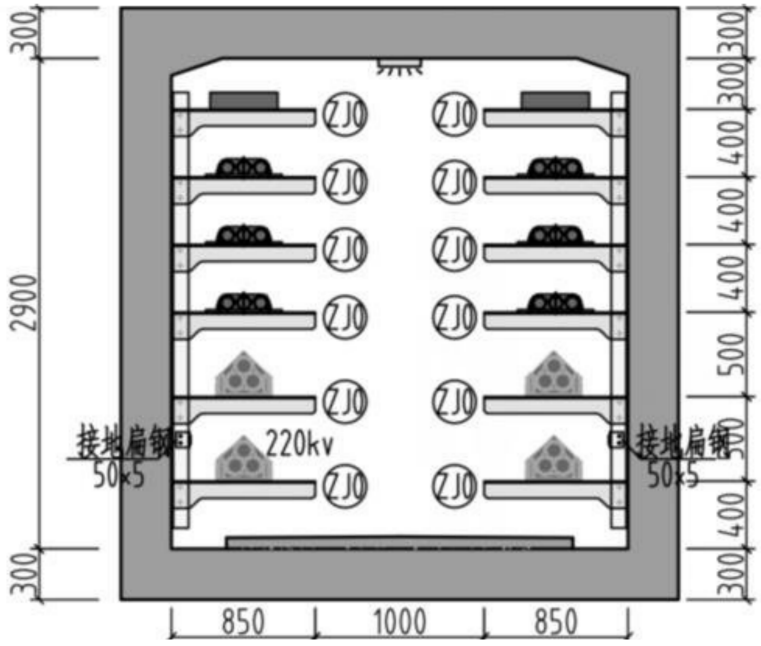


图 3.2-10　本岛陆域隧道横断面图

本岛端J8～J9井段横穿厦禾路，与J8及J9井斜交，不具备顶管条件；J10～J11井段位于现状绿化带内，具备明挖条件，上述采用明挖。明挖电力隧道采用矩形隧道，根据上述电力隧道内净空需求，电力隧道最小净空为2.9×2.7m（高×宽），但受两端用地限制，J8及J9井位置不利于220KVA转弯，一般情况下，220KVA转弯半径宜取2.5m～3m，因此需加长本段电力隧道支架，最终确定J8～J9/J10～J11段电力隧道采用3.6m×2.9m、2.7m×2.9m矩形断面，以利于电力电缆的安装。



（1）J8~J9 井明挖段



（2）J10~J11 井明挖段

图 3.2-11　本岛陆域明挖电力隧道横断面图

（2）海域段隧道横断面

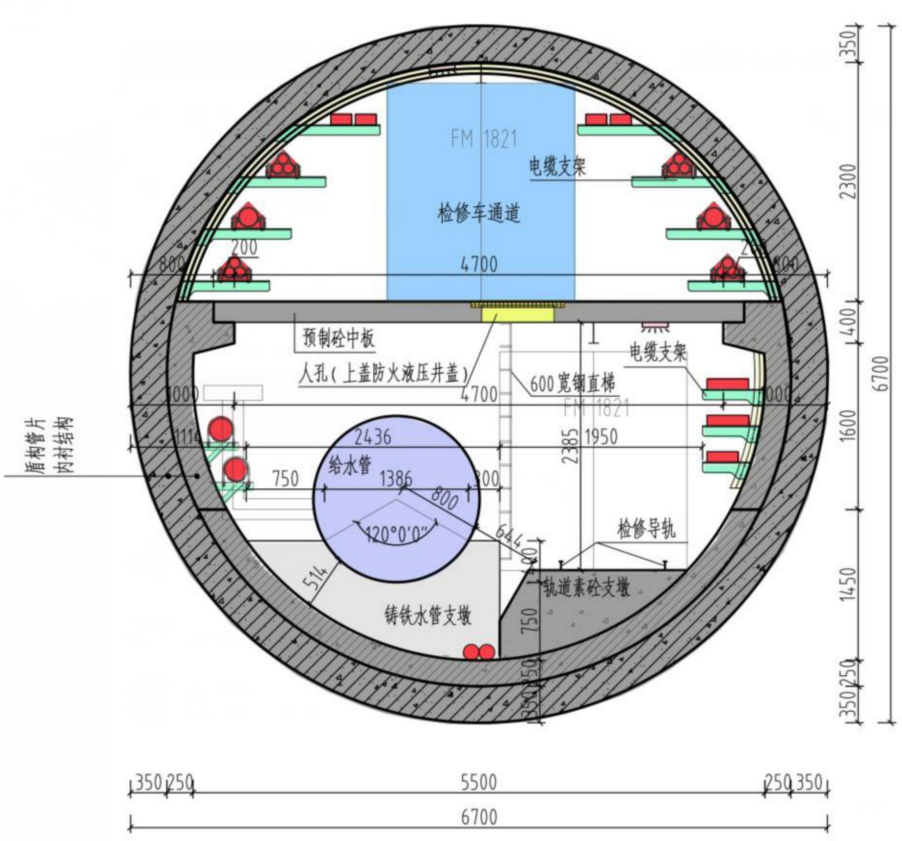
海域段隧道结构断面设置为外径6.7m，壁厚0.35m，内径6.0m。

本项目海域段长3.078km，拟采用综合管廊的结构形式，高压电缆与给水管上下分舱设置。海域段整体作为一个通风区段，采用机械纵向通风的方式，风机挂于顶部，风机高度约0.6m。上下舱均考虑200m一处防火隔墙；顶部均设置机器人巡检轨道。

电力舱通道中心线净高2.3m，净宽2.0m；入廊管线为2回220kV高压双拼电缆，通道

两侧各设3排电力专用支架，考虑电缆蛇形敷设要求，支架长度初步设计为0.85m。

给水舱入廊管道为1根DN1600给水管+通信弱电预留；断面内通长设置内衬（厚25cm），便于给水管支墩、轨道支墩落脚，并在中板标高处设置牛腿，用于架设预制砼中板；隧道底部右侧采用混凝土浇筑层找平作为检修通道，通道净高2.385m，通道的宽度1.95m，拟采用轨道牵引车检修；底部内衬中间设置2道纵向排水管，管径0.1m；隧道底部左侧设置给水管混凝土支墩，净高0.75m，沿纵向设置三处蝴蝶阀缓冲水锤效应；通信弱电支架布置在右侧，架设于结构内衬上。



3.2-12　海域段隧道横断面图

3.2.1.5　清水工程接入设计

根据《厦门市给水工程专项规划（2019-2035年）》，厦门市清水进岛工程输水管自海沧水厂出厂后，沿孚莲西二路、孚莲路、翁角路、新顺路、阳光西路、海新隧道、海新路、角嵩路、兴港路、嵩屿中路，在嵩屿中路与海沧大道交叉处从J7工作井进入本工程隧道，进岛后从J8工作井接出，沿西堤路敷设，至海湾公园新建加压泵，规划清水进岛管线见图3.2-13，即清水工程规划由海沧端J7工作井接入共廊隧道，跨越厦门西海域到达J8工作井后从共廊隧道接出。

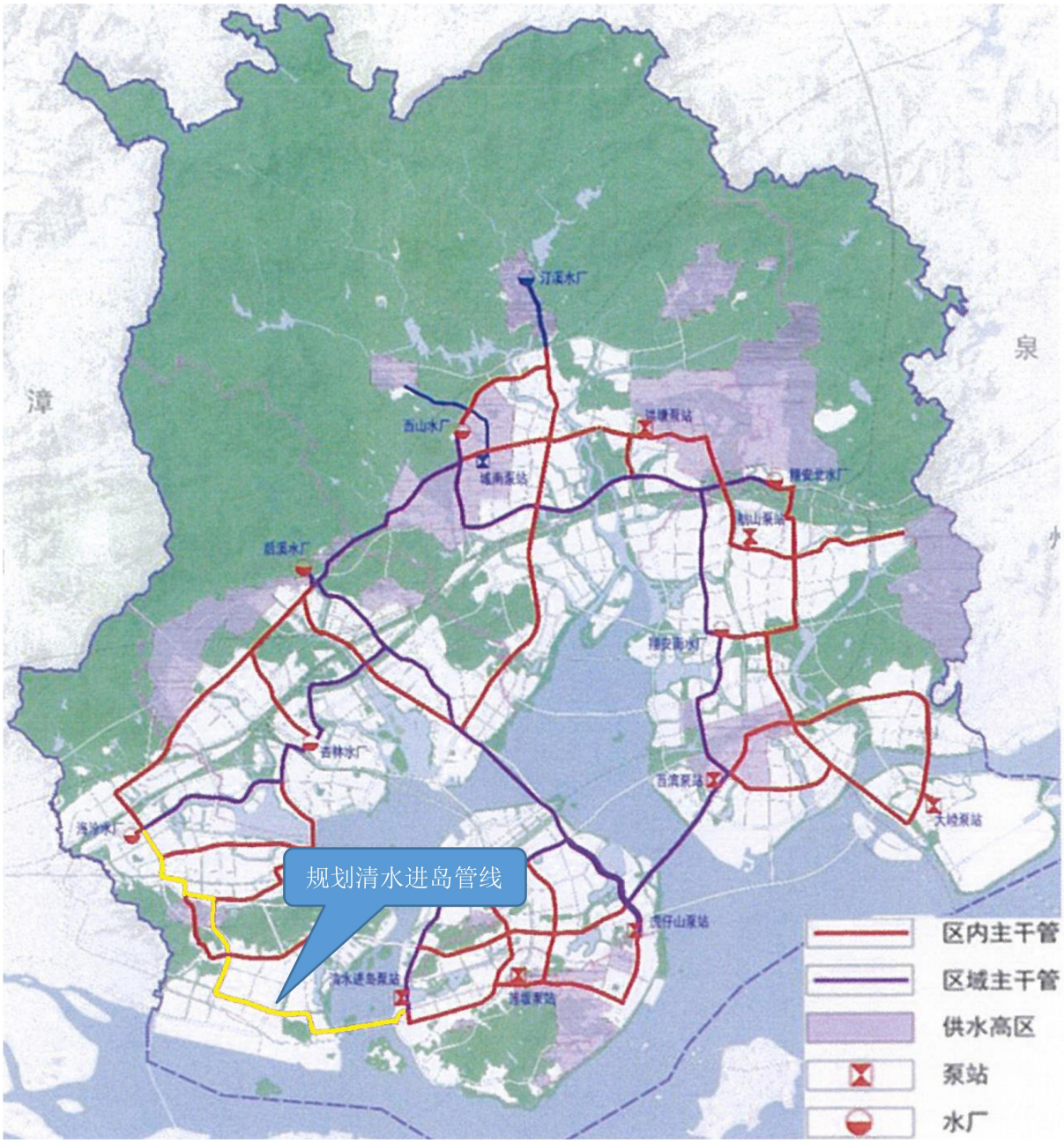


图 3.2-13　区域供水联络图

3.2.2　隧道结构设计

3.2.2.1　主要设计标准

1）设计使用年限：100年；

2）结构安全等级：一级；基坑安全等级：一级；

3）抗震标准：抗震设防烈度7度，地震动峰值加速度为0.15g，抗震等级二级；

4）场地类别：建筑场地类别为II类；

5）结构防水等级：二级；

6）防火耐火极限：≥3h；

7）在荷载作用下配筋混凝土构件的表面裂缝计算宽度限值：结构迎土面不大于0.15mm，背土面不大于0.3mm；

8）隧道施工引起的地面沉降量应控制在<30mm，隆起量<10mm。

3.2.2.2 盾构隧道结构设计

海域段隧道断面采用圆形断面，隧道结构断面外径6.7m，壁厚0.35m，内径6.0m。

盾构隧道采用钢筋混凝土平板型管片，结合耐久性规范要求，其混凝土强度等级为C55。根据隧道限界要求，确定管片内径为6.0m，外径为6.7m。管片的分块方案、幅宽、厚度、接缝形式及其拼装方式如下：

（1）管片分块选型：采用6分块方案；

（2）管片宽度：1.5m；

（3）管片厚度：350mm厚的平板型单层管片；

（4）管片的拼装及连接方式：环间拼装方式采用错缝拼装（图），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，管片连接采用弯螺栓连接；

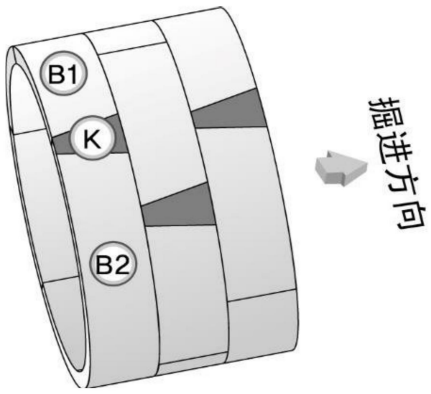


图3.2-14 管片拼装方式

（5）管片接触面构造形式：密封垫槽、嵌缝槽为通用的构造形式，管片环、纵缝不设凸凹榫；

（6）衬砌环的组合形式：采用万能管片衬砌环；

（7）特殊管片衬砌：开口衬砌环采用钢筋混凝土管片，洞内切割形成开口环；盾构机始发和接收处的接头衬砌环内应预埋连接件，以便于和始发井或接收井连接；衬砌结构变形缝处的管片衬砌应进行结构加强设计，以满足衬砌结构在使用期间和施工期间的受力要求。

（8）隧道洞门设计：隧道洞门设计指隧道结构与工作井的接头设计，本工程共包含16个洞门。洞门设计首先考虑施工时避免破除已做管片及洞门突出工作井端墙。为此，

通过设置合适的反力架和后盾管片，并结合隧道的管片排版情况，控制第一环管片的位置，使洞门厚度在40cm～80cm之间调节。

洞门结构设计为钢筋混凝土，混凝土的强度等级为C40，抗渗等级为P10。通过部分结构配筋将二衬预埋钢环与管片上的预埋钢板焊接起来，使工作井结构和隧道结构连为一体，以增加洞门结构的整体性。

（9）海底泵房结构设计

根据线路纵断面设计及区间隧道防排水的要求，在区间最低点处（DK17+552.5）设置1处废水泵站。根据初步设计计算，盾构隧道结构防水等级为二级，平均渗水量不大于0.05L/（m^2·d），过海段的渗水量每天＜3m^3/d。考虑消防用水及设备启动等需求，泵房集水池容积暂定22m^3。

泵房结构通过后浇中板分为上下2层。其中上层为拱顶直墙断面，净高2.8m，净宽2.9m，垂直主隧道的长度为5.32m（不考虑衬砌厚度），泵房上层通过一个1.2m×2m的矩形洞门与主隧道联通，泵房与主隧道之间布置1道防火隔墙，上有2扇反向开启的1.9m×2m的甲级防火门；泵房下层为集水池，水池尺寸为4m×2.9m×2.7m（长×宽×高），隧道中心排水沟在最低点通过1根横向的直径250mm的球墨铸铁管接入水池，入水口距离池底1.896m（水池有效高度）

本工程根据工程地质条件及水文地质条件，并结合地面场地条件，采用洞内注浆进行土体加固，加固范围为隧道开挖轮廓线以外3m。

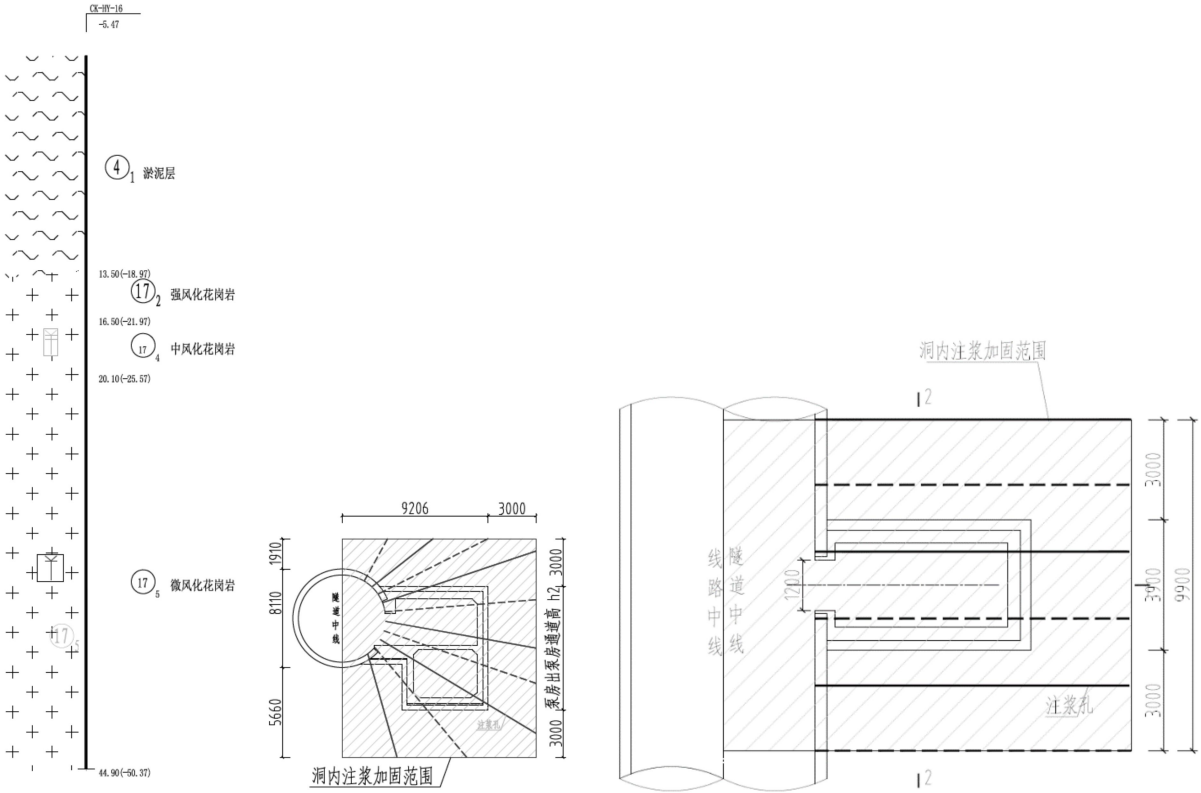


图 3.2-15 泵房地层加固图

3.2.2.3 顶管结构设计

陆域段隧道断面采用圆形断面，海沧段隧道结构断面外径3.6m，壁厚0.30m，内径3.0m；本岛段隧道结构断面外径4.2m，壁厚0.35m，内径3.5m；整环预制，不需要拼装。顶管工程采用φ3000、φ3500的工厂预制钢筋混凝土管节。混凝土等级为C50，钢筋采用HPB300、HRB400E、HRB500级钢，钢材为Q235钢。

本工程工作井后座设计顶力为4000KN。不能满足全管道顶力要求。因此，每段顶管都需设置中继间进行中继顶进，按150m-200m间隔设置一处。

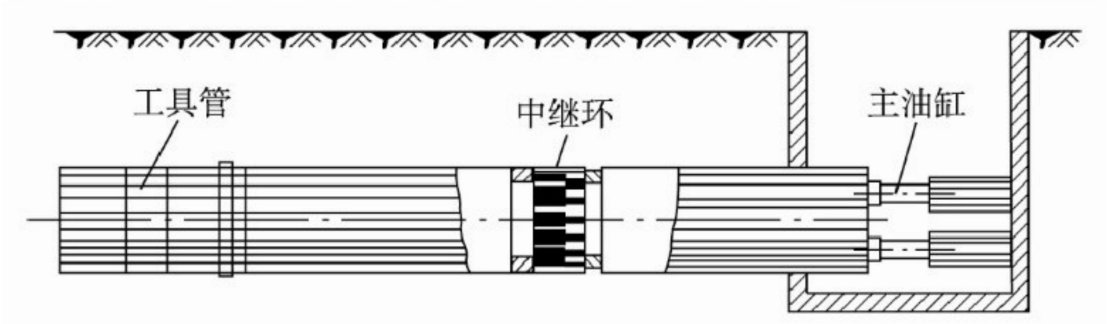


图 3.2-16 中继间示意图

3.2.3 工作井设计方案

3.2.3.1 工作井布置

本项目施工期共建设12个工作井，其中J7、J8为盾构井，其余为顶管井，10个顶管井中J2、J3、J4、J11井为临时井，施工完成后需覆土回填，剩余8个工作井保留人员出入口和通风口，方便营运期人员进出检修和设备的搬运。

（1）海沧端

线路起于海沧区嵩屿电厂已建#1塔，落地缆化后（设置J1井）改用电缆方式往东敷设，线路将斜穿嵩屿电厂院内东北角运灰通道，至嵩屿集装箱码头进出场地面停车场，港区范围内J2、J3、J4井均为临时井，后期需覆土回填；向东敷设至兴港路路口（设置J5井），而后北转沿兴港路西侧敷设，延伸至嵩屿中路路口绿化带内（设置J6井），向东沿嵩屿中路北侧敷设，直至海沧大道东侧公园绿化带内入海点（设置J7井）。本段陆域段共设工作井7座。

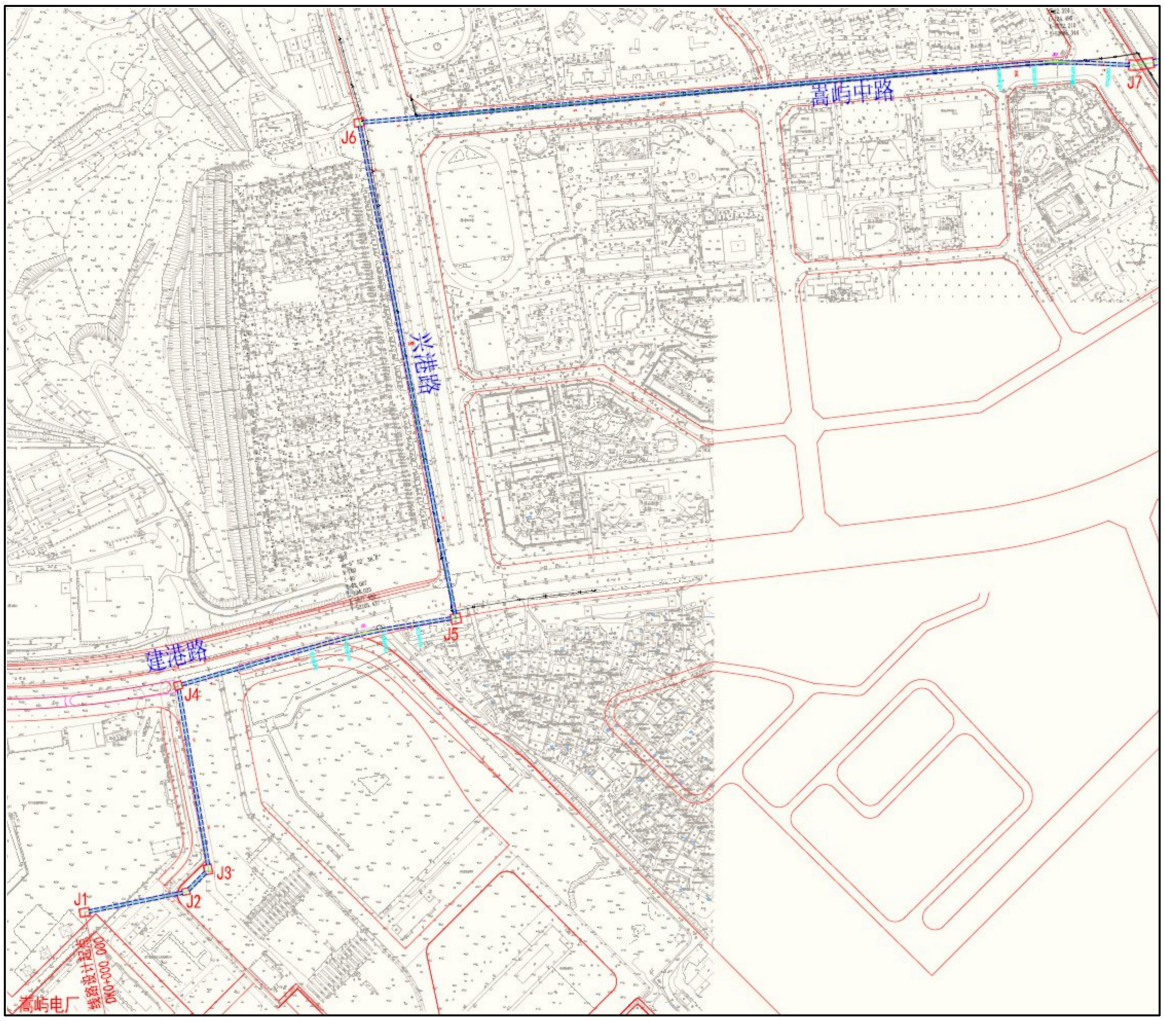


图 3.2-17　推荐线位海沧端陆域段平面布置图

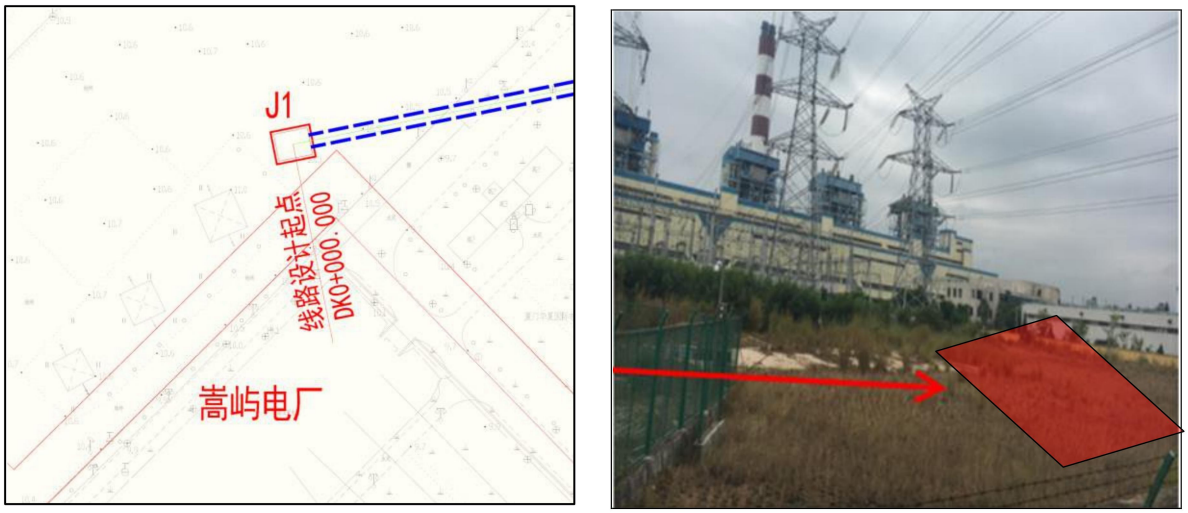


图 3.2-18　J1 井现场布置图



图 3.2-19　J2、J3、J4 井现场布置图



图 3.2-20　J5 井现场布置图

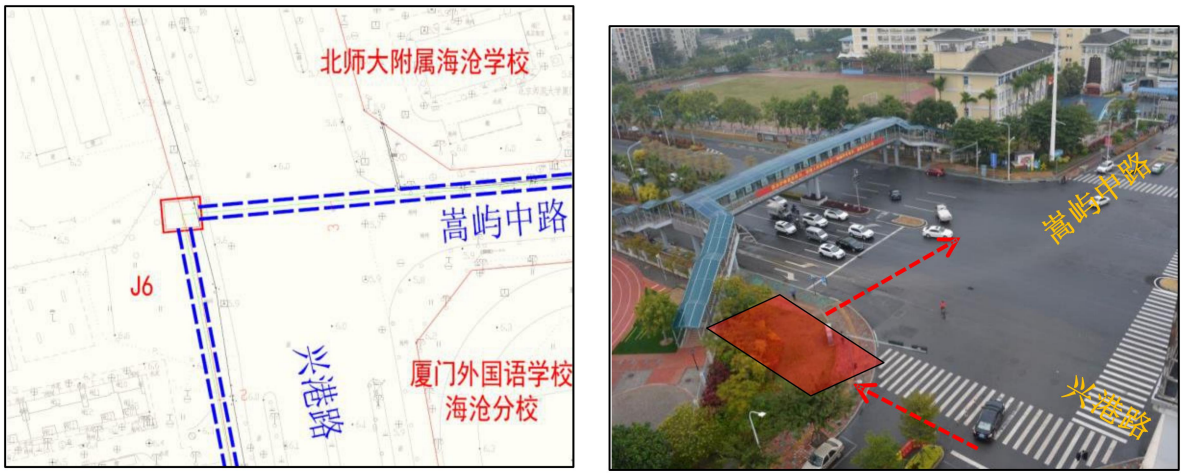


图 3.2-21　J6 井现场布置图

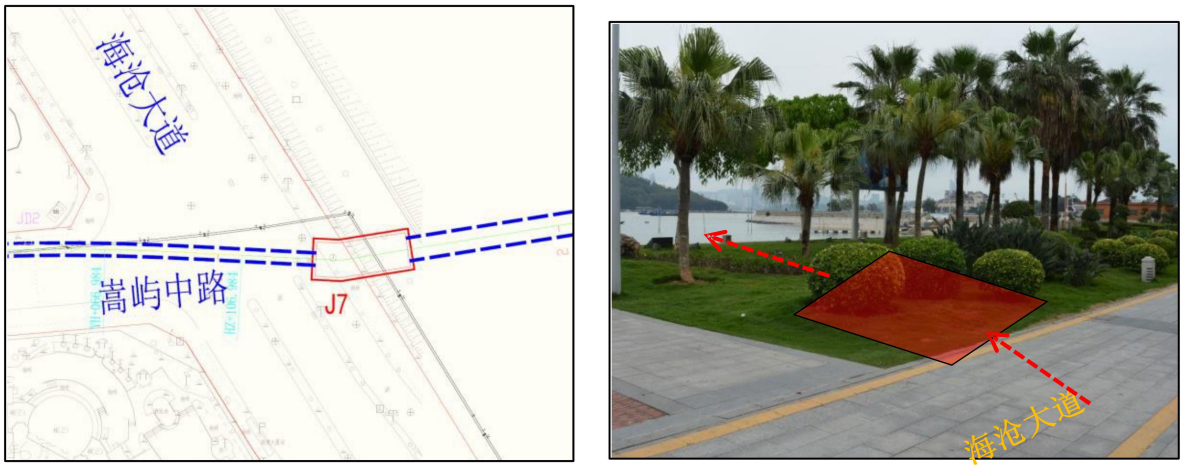


图 3.2-22　海沧端盾构井（J7）现场布置图

（2）本岛端

线路穿越厦门西海域后，在第一码头北侧厦禾路设井登陆（设置 J8 井），再以明挖顺接的方式转至道路北侧绿化带内（设置 J9 井），之后沿着厦禾路与 BRT 高架平行向东敷设，至湖滨路口交叉口人行道处（设置 J10 井），左转绕避路口 BRT 桩基进入湖滨西路，在与小学路交叉口绿化带内（设置 J11 井），右转进入小学路，最后直接接入厦禾变院墙内（设置 J12 井）。本岛端陆域段共设工作井 5 座。

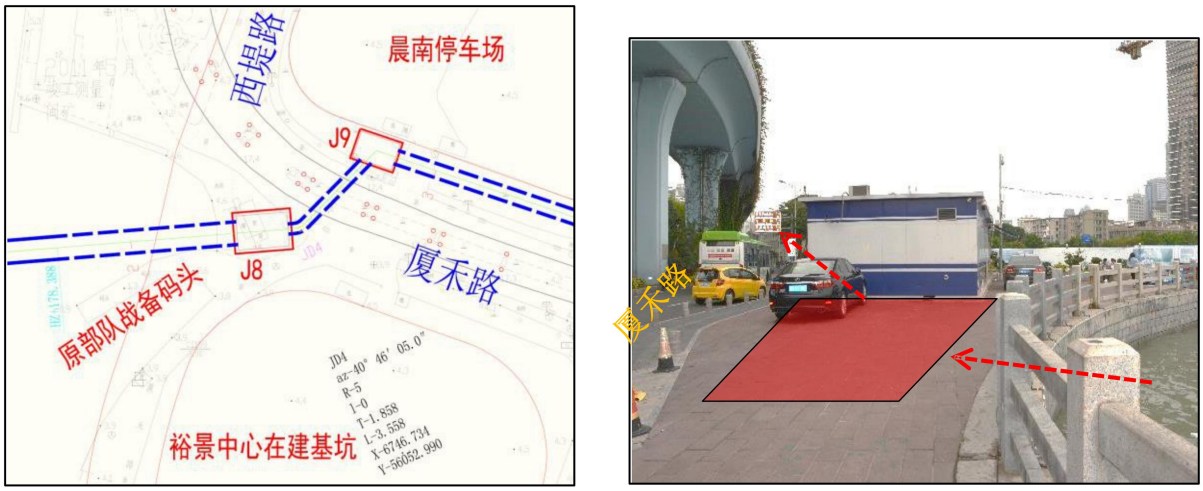


图 3.2-23　J8 井现场布置图



图 3.2-24　J9 井现场布置图

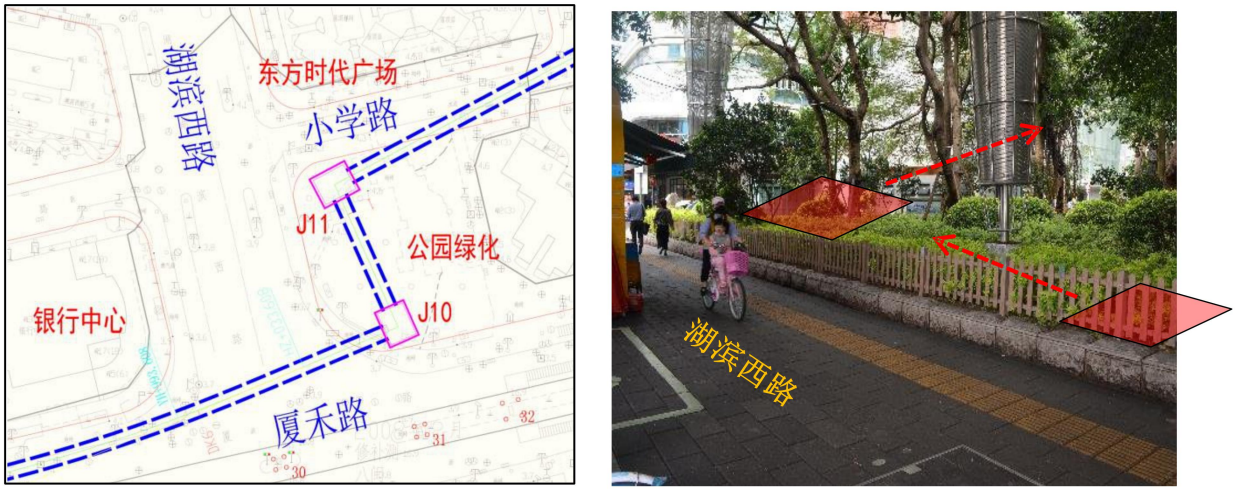


图 3.2-25　J10、J11 井现场布置图



图 3.2-26　J12 井现场布置图

本线路方案本岛端登陆条件相对苛刻，J8工作井设置在第一码头北侧厦禾路端头的三角地带，J9井设置道路对侧，周边场地用地紧张，环境复杂，其西北侧毗邻BRT第一码头站，南侧临近轮渡公司第一码头，东南侧为在建裕景中心基坑，且BRT高架与沿厦禾路平行敷设。J8井、J9井施工需同步考虑，通过场地合理规划布置，分两期施工：一期施工J9井顶管井、厦禾路北侧明挖段；待一期施工完成，顶管接收，完成土方回填，路面恢复，再进行二期J8井（盾构井）以及南半侧明挖段施工。

3.2.3.2　围护结构方案

本工程工作井周边主要为居民住宅，建筑密集，需严格控制地表沉降和基坑顶位移，且站位设置于车行道下方，施工场地狭小，地层以杂填土、卵石、残积砂质粘性土为主，地层侧向土压力大，透水性较强，综合考虑施工边界条件、主体结构自身特点及工程造价，陆域段工作井推荐采用排桩围护结构型式；海域段盾构始发、接收井地勘揭示淤泥层较厚，且临近海边，地层含水量丰富，为避免围护结构渗漏水，海域段盾构始发、接收井推荐采用地下连续墙围护结构形式。基坑支撑系统推荐采用混凝土支撑+钢管内支撑相结合的支护方案。

海域段盾构始发、接收井采用1000mm地下连续墙+四道内支撑及结合坑内降水支护体系，第一道支撑采用800×800mm混凝土，第二~四道支撑采用直径609钢支撑。剩余工作井基坑采用直径800@1000排桩+二道内支撑+桩间旋喷止水帷幕及结合坑内降水支护体系，第一道支撑采用800×800mm混凝土，第二道支撑采用直径609钢支撑。

3.2.3.3　工作井结构设计

（1）工作井尺寸

本次工作井设置按浅工作井进行设计，工程设置 12 座竖井，10 座顶管井，2 座作

为盾构始发、接收井。其中 J1 井、J5 井、J6 井、J7 井、J8 井、J9 井、J10 井、J12 井设置人员出入口（兼逃生口）、通风口、投料口，其余 J2、J3、J4、J11#为临时井，仅实施地下部分，未设置出地面部分内容。

表 3.2-2　工作井尺寸表

工井类型	结构尺寸	井壁厚度	底板厚度	顶板厚度
J1 顶管工作井	12.1m×9.6m×11.1m	0.8m	0.8m	0.6m
J2 顶管接收井	10.7m×7.7m×10.3m	0.6m	0.6m	0.4m
J3 顶管工作井	11.6m×9.6m×10.1m	0.8m	0.8m	0.4m
J4 顶管工作井	9.2m×9.2m×8.1m	0.6m	0.6m	0.5m
J5 顶管工作井	18.1m×13.1m×10.7m	0.8m	0.8m	0.6m
J6 顶管工作井	11.6m×9.6m×14.3m	0.8m	0.8m	0.6m
J7 盾构始发	35.1m×12m×20.8m	1m	1m	1m
J8 盾构接收	17m×12m×25m	1m	1m	1m
J9 顶管工作井	14.5×12×19.25m	1.0m	1.0m	0.6m
J10 顶管工作井	13×11×26.275m	1.0m	1.0m	0.8m
J11 顶管工作井	14.1×9.6×12.9m	0.8m	0.8m	0.4m
J12 顶管工作井	9.2×9.2×11.75m	0.6m	0.6m	0.5m

（2）投料口设计

为满足清水进岛功能，J7井、J8井-设置8m*2.9m投料孔（清水管兼设备运输）。根据设备需求，J1井、J5井、J6井、J10井、J12井设置投料孔1m²~4m²不等。投料井顶部井盖为整体式双层防水井盖，其顶标高与规划地面标高平齐（位于绿化带时）或较规划地面标高底0.5m（位于机动车道时）。于投料井的井盖下方安装一承载能力大于300kg的尼龙网，防止工程运行时人员以外跌落。

（3）通风口设计

本项目通风模式按一进一排考虑，新风口与排风口交错布置。J1井、J6井、J8井、J12井为新风井，设置1m*1m新风口，其中J7井为满足大跨度海域段使用风口尺寸为4m*5m。J5井、J7井、J10井为机械排风井，设置2m*2.5m排风口，其中J8井为满足大跨度海域段使用风口尺寸为4m*5m。

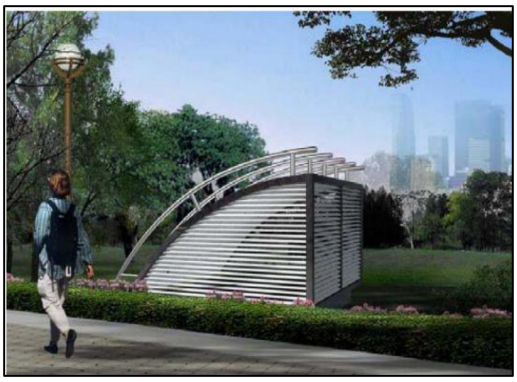


图 3.2-27 通风口效果图



图 3.2-28 逃生口现场照片

（4）人员出入口

纯楼梯出入口（兼逃生口），含加压送风井部分，楼梯宽度1.0米。其中J9井受限地面条件影响，仅设置竖向爬梯作为逃生使用。

（5）出地面建筑设计

J2、J3、J4、J11井无出地面建筑。

J1井设置地面楼梯间与通风口合建，外包尺寸为2.8m*7.8m，占地面积为21.8m^2，位于嵩屿电厂内，靠高压线塔一侧道路。

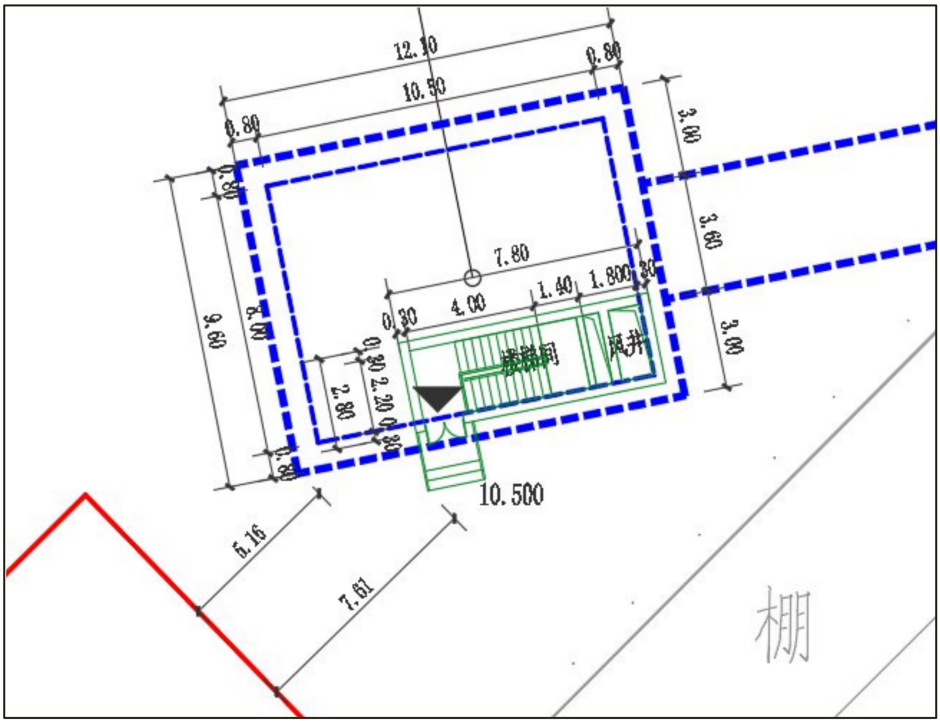
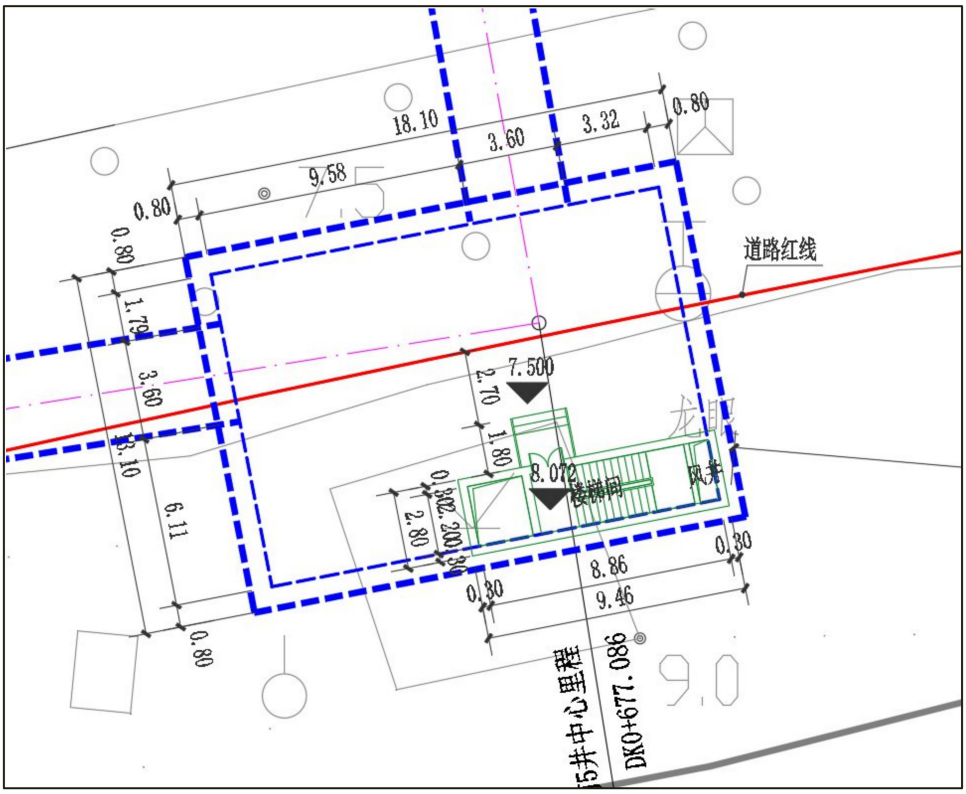


图 3.2-29 J1 井地面层平面图

J5井设置地面楼梯间与通风口合建，外包尺寸2.8m*9.46m，占地面积为26.5m^2，位于建港路与兴港路交叉口西南侧空地内。



3.2-30　J5 井地面层平面图

J6井设置地面楼梯间与通风口合建，外包尺寸2.8m*7.9m，占地面积为22.1m²，位于嵩屿中路与兴港路交叉口西侧，靠近北京师范大学厦门海沧附属小学一侧市政道路内。

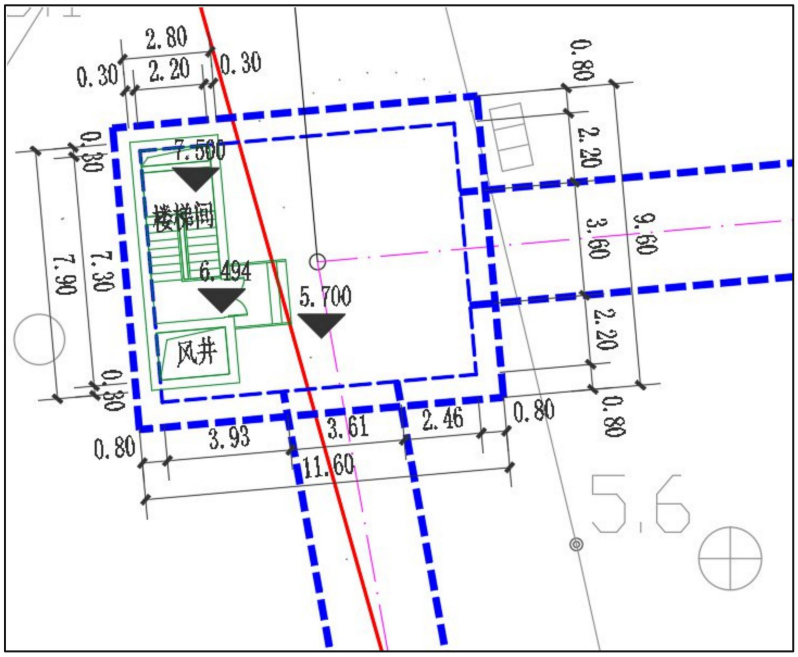


图 3.2-31　　J6 井地面层平面图

J7井设置地面楼梯间与通风口及电梯间合建，外包尺寸11.9m*6.7m，占地面积为57.7m²，位于嵩屿中路与海沧大道交叉口东侧，靠海域市政绿地内。地面管理用房选址

与J7井位一致，将J7井地面建筑与管理用房合建。

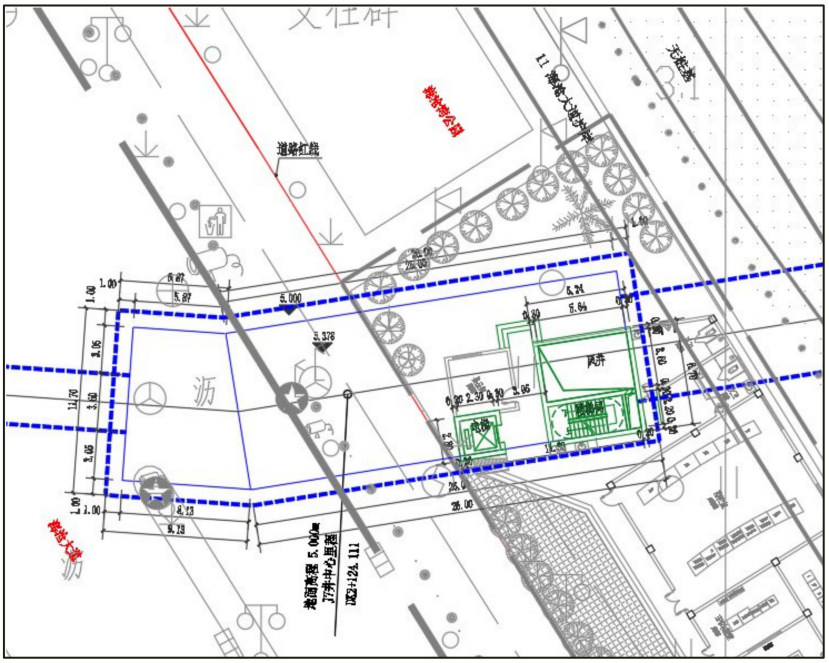


图 3.2-32　J7 井地面层平面图

J8井设置地面楼梯间与通风口及电梯间合建，外包尺寸11.8m*7.3m，占地面积为55.5m²，位于厦禾路第一码头北侧，靠海域市政人行道内。

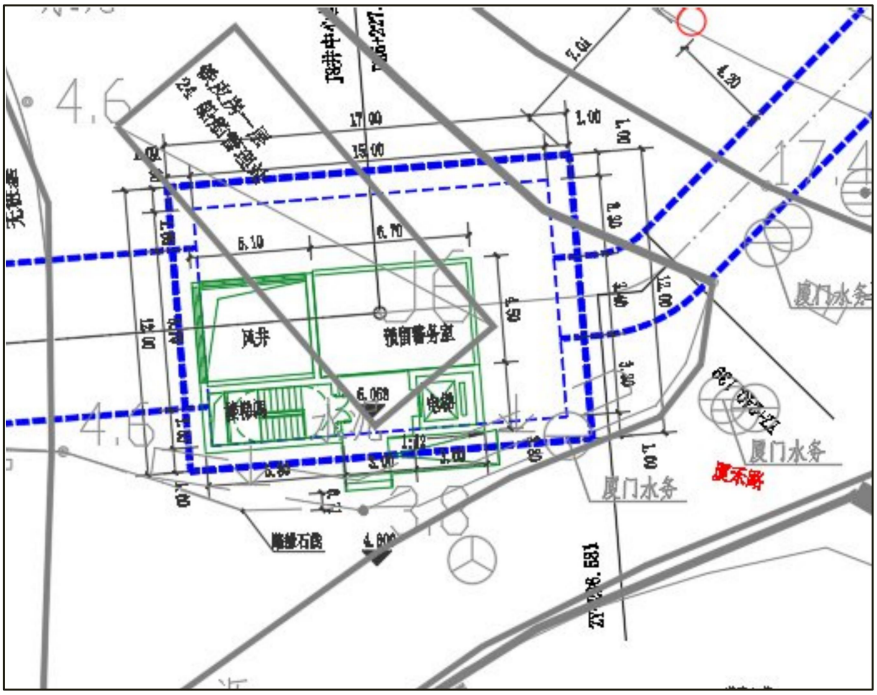


图 3.2-33　J8 井地面层平面图

J9井设置一处人员爬梯逃生口（800mm*800mm），占地面积为2m²，位于位于厦禾路第一码头北侧，靠BRT一侧市政绿化带内。

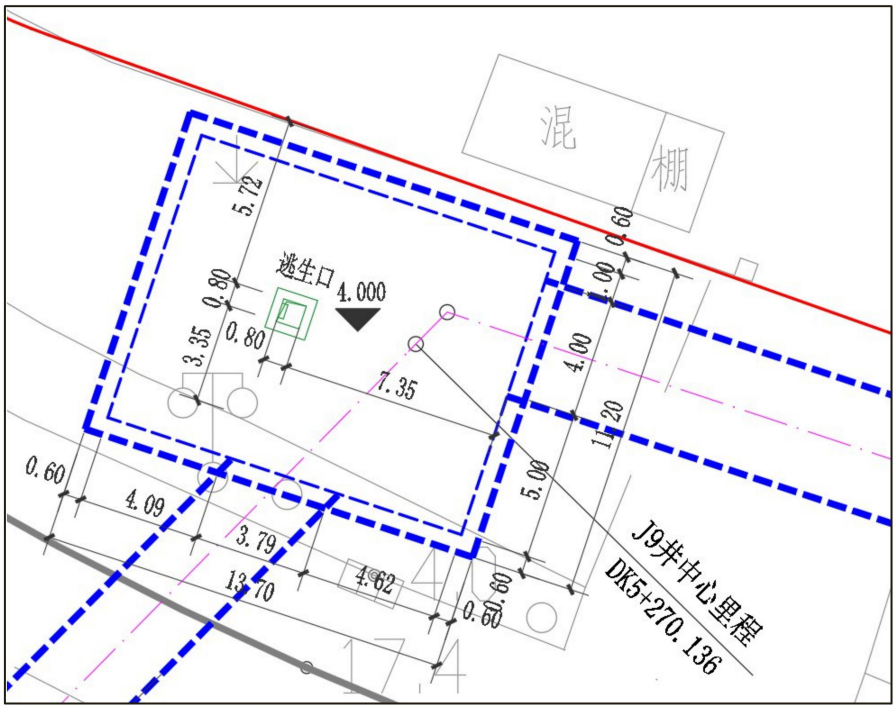


图 3.2-34　J9 井地面层平面图

J10井设置地面楼梯间与通风口合建，外包尺寸为4.6m*6.1m，占地面积为28m²，位于湖滨西路与厦禾路交叉口东侧，公园绿地内。

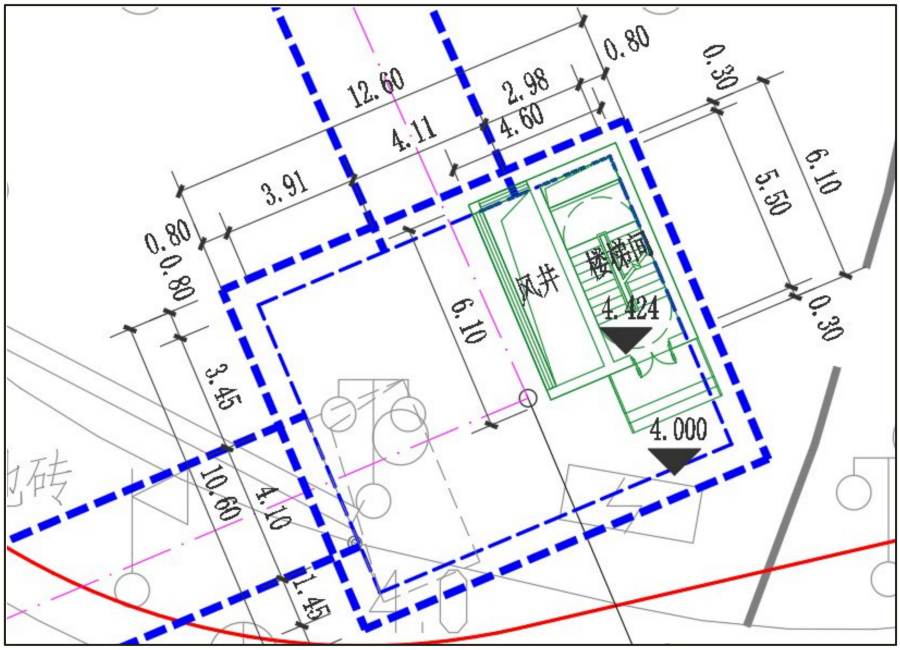


图 3.2-35　J10 井地面层平面图

J12管井设置地面楼梯间与通风口合建，外包尺寸5.8m*5.1m，占地面积为29.6m²，位于小学路北侧，靠近厦禾变一侧市政道路内。

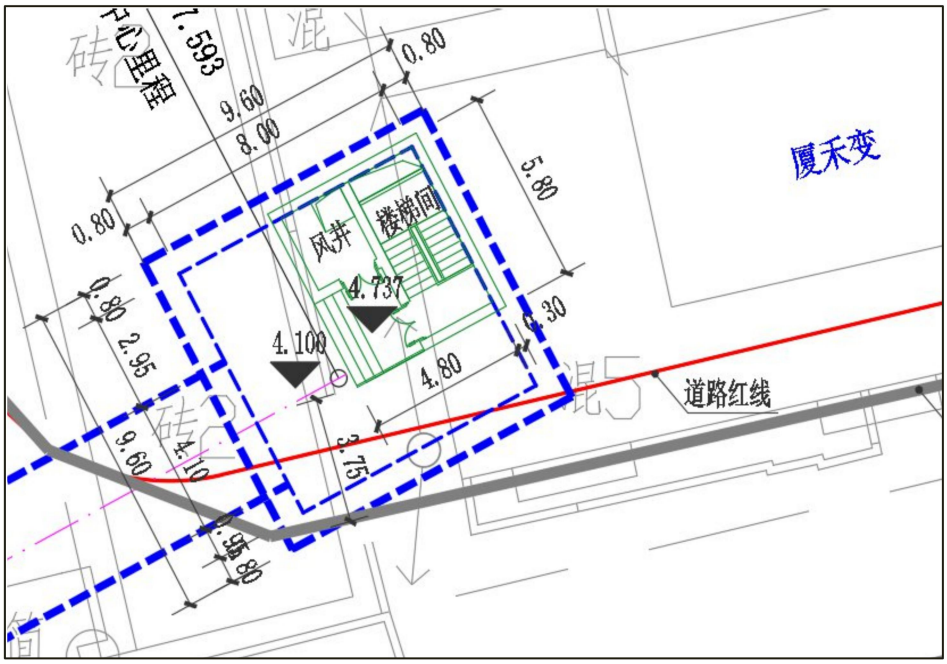


图 3.2-36　J12 井地面层平面图

3.2.4　供配电及照明系统

3.2.4.1　供配电系统

（1）外电源方案：采用专业变压器供电，引入10kV电源；外部10kV电源接入暂定从嵩屿变电站引两路独立的10kV电源至海沧侧J1顶管工作井内的10kV变电所，再通过10kV环网柜引至海域西端盾构工作井J7的10kV变电所，同时从厦禾变电站引两路独立的10kV电源至海域东端盾构井J8内的10kV变电所，四路电源同时运行。

（2）主接线方式：每个变电所内设两台干式变压器，正常时两段低压母线分别运行，母联断路器断开。当一路电源失电，母联断路器自动投入，由另一电源对全所负荷供电。每台变压器能对全所一、二级负荷供电。主变在两段低压母线各设一组电容器，进行无功集中补偿，满足功率因数不低于0.9。

（3）末端配电系统：电缆隧道以防火分区为基本配电单元，每个防火分区内设置末端照明配电箱。风机、水泵的配电采用放射式。射流风机采用软启动器启动，并设置旁路，紧急情况可实现直启。电缆隧道内设置带剩余电流动作保护装置的插座箱，用于临时接电及检修用，插座箱沿线间距约为60米，插座箱容量为15kW，安装高度不低于0.5米。

3.2.4.2　照明系统

（1）照明设置

在全隧道内设置正常照明、应急照明（疏散照明），在隧道进出口处增设置过渡照

明。

其中隧道内人行通道上的平均照度值不低于15lx，在隧道内按间隔5米设置一盏10WLED照明灯具，灯具沿隧道顶棚中心均匀布置。

（2）应急照明

应急照明采用集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，集中电源的应急照明后备供电时间不低于60分钟。

疏散照明的平均照度值不低于0.5lx，隧道内每隔10米设置一盏疏散标志灯，设置在隧道内人行通道两侧距离地面1.0-1.2米的电缆支架外侧。安全出口标志灯设置于隧道内人员进出口上方。

（3）照明控制

在每个人员出入口及防火门两侧均安装照明控制盒，来控制各配电分区的灯具。两端隧道进出口处开关选用红外感应开关。

（4）线缆敷设

照明配电箱出线沿预埋管敷设至拱顶，穿钢管沿拱顶明敷。所有隧道内敷设的电缆沿电缆支架上敷设于耐火金属槽盒。电线采用穿管敷设。

3.2.4.3 电气火灾监控系统

本工程电气火灾监控系统采用分层分布式系统结构，整个系统由主站层、通讯层和现场仪表层构成。主站层设备包括：一台壁挂式漏电火灾监控主机及相应的主机配套设备；主机完成整个系统的数据采集及实时、历史数据库建库及存储功能，亦可作为值班运行人员的人机接口监控主站，实现界面监控，报表建立，状态监视及操作功能。通讯层由监控主机自带的串口（或通讯管理机）及主机组成；支持TCP/IP、现场总线等国际国内常见的电力设备规约，使厂内其它系统的保护、测控、计量、PLC等设备可以方便地直接接入系统。现场仪表层设备包括各配电室的漏电火灾探测器配。漏电火灾探测器具备高性能通讯接口，以通讯网络方式接入通讯处理单元。

电气火灾监控系统主要是针对配电柜剩余电流监测，做到防火于未燃；本项目电气火灾监控主机安装在消防控制室内，现场的漏电探测单元通过屏蔽双绞线连接至管理用房中消防控制室中的漏电监控主机。监控主机将数据就地上传至火灾报警系统。

3.2.4.4 消防电源监控系统

本隧道设置消防电源监控系统，在各消防负荷配电箱（柜）的进线处设置消防电源监控模块，通过传感器对消防设备的主电源和备用电源进行实时检测，当发现故障时发

出报警信号，以保证消防联动系统的可靠性。该系统自成体系，与隧道综合监控系统之间实现数据通信。

消防电源监控模块设置在隧道内所有消防负荷电源配电箱（柜）的进线处。

消防电源监控系统主机设置于消防控制室内。

3.2.4.5 节能

（1）本隧道使用SCB11节能型变压器。

（2）隧道高压配电电压采用10kV，低压采用采用220V/380V。

（3）隧道射流风机采用软起动方式，降低电机的有功功率、无功功率，减少负载电流，提高功率因素，降低电能消耗。

（4）实行无功补偿：在10/0.4kV箱变设低压自动电容集中补偿装置。对于照明灯具等分散负荷设置就地电容补偿装置。

（5）选用在现场设置配电箱/柜，从箱变低压柜直接取电，配电级数为2级，减少电能损失。

（6）三相负载保持基本平衡。

（7）本隧道采用新型节能的LED灯作为隧道照明光源。

3.2.5 监控与报警系统

监控与报警系统分为环境与设备监控系统、视频安全防范系统、火灾报警系统、监控管理系统等。通信线缆采用阻燃线缆，消防设备的报警线缆和联动控制线缆采用耐火线缆。

（1）环境与设备监控系统

环境与设备监控系统能对环境参数包括温度、湿度、水位、CO浓度、O_2浓度、H_2S浓度、CH_4浓度、SF_6浓度进行检测。系统能对隧道风机、风阀，照明配电箱、EPS电源箱，电动防火门的监控以及对局部排水泵进行监视。设备控制方式采用就地手动、就地自动和远程控制。设置与管廊内各类管线配套检测设备、控制执行机构联通的信号传输接口；自成体系的专业监控系统通过标准通信接口接入隧道监控与报警系统统一管理平台。

（2）视频安全防范系统

隧道内设备集中安装点、人员出入口、变配电间和监控中心等场所设置摄像机；电力隧道内沿线每个防火分区内均设置摄像机；隧道人员出入口、通风口设置声光报警器、出入口控制器；隧道设置离线式电子巡查管理系统。

（3）火灾报警系统

设置火灾自动报警系统、手动火灾报警按钮和火灾警报器、消防电话通信系统及防火门监控系统。

（4）监控管理系统

对监控与报警系统各组成系统进行系统集成，具有数据通信、信息采集和综合处理能力。

3.2.6 标识系统

（1）电力隧道的主出入口内应设置电力隧道介绍牌，并应标明电力隧道建设时间、规模、容纳管线。

（2）纳入电力隧道的管线，应标明管线属性、规格、产权单位名称、紧急联系电话。标识应设置在醒目位置，间隔距离不应大于100m。

（3）电力隧道的设备旁边应设置设备铭牌，并应标明设备的名称、基本数据、使用方式及紧急联系电话。

（4）电力隧道内应设置“禁烟”、“注意碰头”、“注意脚下”、“禁止触摸”、“防坠落”等警示、警告标识。

（5）电力隧道内部应设置里程标识，交叉口处应设置方向标识。

（6）人员出入口、逃生口、管线分支口、灭火器材设置处等部位，应设置带编号的标识。

3.2.7 消防系统

电力隧道主要可燃物为电力电缆，火灾危险性类别为丙类。电力电缆能够燃烧的物质为电力缆线外包材质，该材质量少且为阻燃物质，较难燃烧及蔓延，海域段为综合管廊，电力舱火灾危害性大，为了预防及扑灭电力隧道内发生的火灾，降低火灾损失，需在电力舱内设置必要的自动灭火系统；陆域电缆隧道仅在重要部位（如电缆接头处）设置自动灭火系统。

本工程推荐采用悬挂式超细干粉灭火系统，海域段电力舱采用全淹没灭火方式设计，陆域段电缆接头处采用局部应用灭火方式设计，并相应配置干粉灭火器及黄砂等消防措施。

海域段电力舱间隔200m设置防火墙，将隧道分隔成若干防火分区。在电力舱顶部间隔5m设置悬挂式超细干粉灭装置，喷口朝下，按全淹没灭火方式计算设计，灭火剂释放

后瞬间全淹没灭火，单具灭火剂充装量不小于5.5kg，每个防火分区设置约80具，超细干粉灭火装置按区启动。

路域段电缆接头区域隧道顶部间隔3m设置悬挂式超细干粉灭装置，喷口朝下，按局部应用灭火方式计算设计，单具灭火剂充装量不小于5.5kg，每个防火分区设置约9具，超细干粉灭火装置按区启动。

电力隧道超细干粉灭火系统采用自动、手动、系统联动及远距遥控启动四种启动控制方式。

除设置悬挂式超细干粉自动灭火系统外，电力隧道在进出口处和每个防火分区内，均设置磷酸铵盐干粉灭火器、黄砂箱等消防器材。

3.2.8 排水系统

电缆隧道、综合管廊在运行期间，可能有些结构渗水，故在隧道底部设排水沟，将废水顺纵坡汇集到隧道低处设置的集水坑中，集水坑的水由排水泵升压排至市政雨水管网。隧道内自动排水依据水位控制原理，感应积水的水位，水位控制系统与水泵联动，水位到达一定值时，水泵启动，将积水排出至隧道外。

海底综合管廊电力舱在每个防火分区排水沟最低点设置De50地漏，将废水通过De50UPVC管引至下部给水管舱室，并在穿楼板处设置阻火圈。给水管舱室内排水沟穿防火分区时，在防火分区两侧设置水封井，并在两舱室的联通管处设置阻火圈。海域段隧道最低点暂在外挂处设置海底泵房，海底泵房内设置流量为90m^3/h的水泵3台，平时一用两备，必要时三台水泵根据水位依次启动；设3根DN150扬水管，沿给水舱室内敷设至8号井，排入8号井集水坑。8号井集水坑内设置流量为100m^3/h的水泵3台，平时一用两备，必要时三台水泵根据水位依次启动；设3根DN150扬水管，经室外消能井泄压后排至市政雨水管网。

其他集水坑内设置流量为15m^3/h的水泵2台，平时一用一备，必要时两台水泵根据水位依次启动；设1根DN100扬水管，经室外消能井泄压后排至市政雨水管网。

3.2.9 通风系统

隧道内陆域段采用自然进风和机械排风的通风方式，海域段采用机械进风和机械排风的通风方式。每个区段设置3台单速高温消防轴流风机，无论火灾通风、巡视检修工况和高温降温工况下，风机均处于单速运行状态。

表 3.2-3　隧道每个通风区段的散热量和通风量

序号	范围	散热量（kw）	最大通风量（km^3/h）	选型风机（km^3/h）
1	1 号井-5 号井	45.5	41982	15500（3 台）
2	5 号井-6 号井	37.7	34822	13000（3 台）
3	6 号井-7 号井	58.3	53856	20000（3 台）
4	7 号井-8 号井（上）	1373.3	328099	120000（3 台）
5	7 号井-8 号井（下）		109366	120000（1 台）
6	8 号井-10 号井	35.3	64548	24000（3 台）
7	10 号井-12 号井	6.5	11484	4300（3 台）

（1）高温报警通风工况

正常工况下，隧道内通风设备不开启。当隧道内空气温度≥39℃时，根据温度检测装置自动控制开启本隧道内的排风机，消除隧道内余热；当隧道内空气温度≤35℃时，自动关闭本隧道内的排风机，风机开启运行时间不得低于30min。

（2）巡视检修通风工况

工作人员巡视、检修前，需提前半个小时先开启该隧道内的排风机通风，当隧道内温度＜35℃、含氧量＞20%时，方可进入，隧道内有工作人员进行巡视、检修时，风机需一直保持开启状态。

（3）火灾通风工况

当隧道内某区段发生火灾时，火灾报警系统联锁关闭相应通风区段及其相邻通风区段的排风机、电动排烟防火阀，使着火区段封闭缺氧熄火，并与相邻区段隔离。确认火灾熄灭，隧道温度冷却后，重新开启排烟防火阀、防火防雨百叶风口、排风机及诱导风机，当隧道内温度＜35℃、含氧量＞20%时，人员方可进入。

3.2.10　地面管理用房

地面管理用房结合7#井地面建筑统一布置，建筑高度为5.1m为单层建筑，管理中心设置了监控室、监控机房、UPS电源室、卫生间、茶水间及值班室、休息室等。

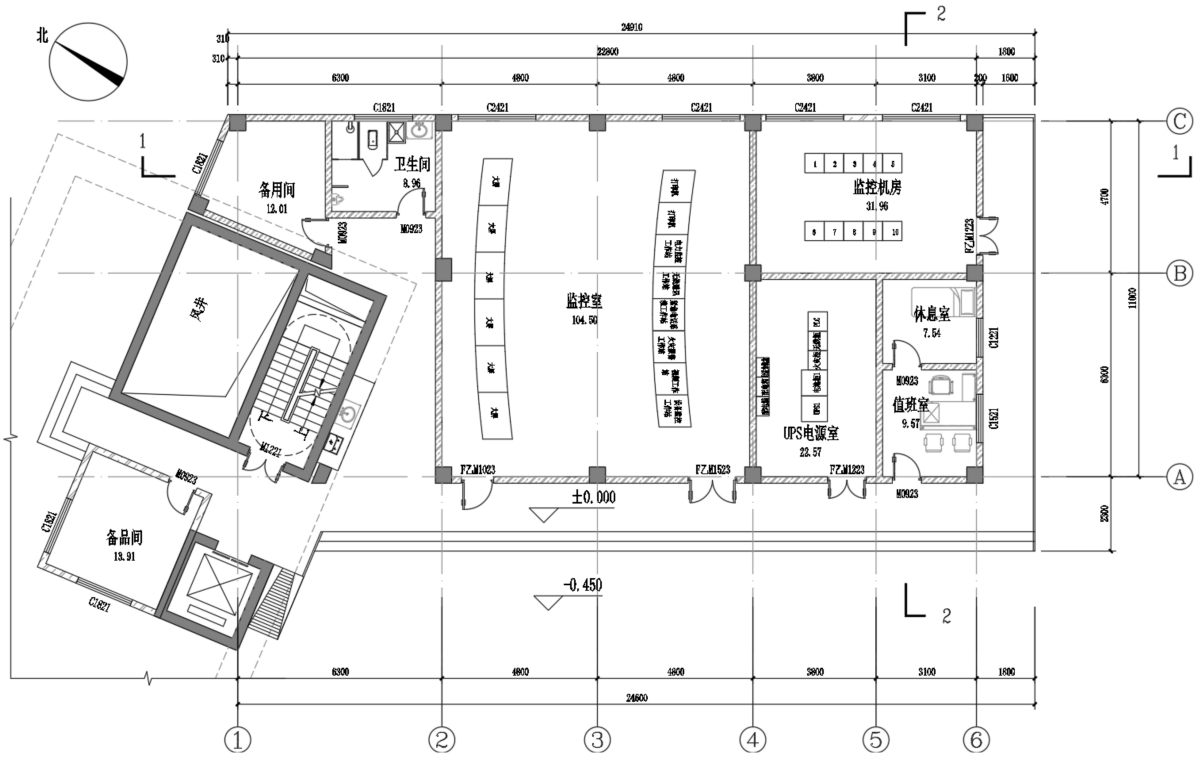


图 3.2-37　管理中心平面布置图

3.3　占地与土石方平衡

3.3.1　占地情况

本工程永久占地主要是隧道主线工程区及工作井的占地，隧道主线占地为地面以下岩层，工作井占地类型主要为人行道路、绿化带，总占地面积约14 hm^2；临时占地主要是施工临时用地区的占地，占地面积约19630m^2。

3.3.2　土石方平衡

本项目工作井开挖土石方采用即挖即运，需要回填的土方为外购，顶管及盾构施工开挖土石方均为弃方，土石方平衡见表3.3-2，弃方量共173969m^3，借方量5500 m^3。

表 3.3-1　项目土石方开挖量汇总

名称	挖方				填方	
	土方		石方（m^3）		土方（m^3）	石方（m^3）
	数量（m^3）	主要成分	数量（m^3）	主要成分	数量（m^3）	数量（m^3）
J1	1320	杂填土、粘性土	/	全风化凝灰熔岩	300	/
J2	900	素填土	100	强风化凝灰熔岩	300	/
J3	900	素填土	600	强风化凝灰熔岩	600	/
J4	900	素填土	300	强风化凝灰熔岩	300	/

名称	挖方				填方	
	土方		石方（m³）		土方（m³）	石方（m³）
	数量（m³）	主要成分	数量（m³）	主要成分	数量（m³）	数量（m³）
J5	1853	杂填土、粘土	100	强风化凝灰熔岩、中风化凝灰熔岩	300	/
J6	1056	素填土、粘土	900	全风化凝灰熔岩、强风化凝灰熔岩	300	/
J7	8640	素填土、粘土	/	/	1000	/
J8	4600	杂填土、粘土、中粗砂	2000	全风化花岗岩、强风化花岗岩	1000	/
J9	1800	杂填土、淤泥、粘土、中粗砂	300	全风化花岗岩	500	/
J10	1400	杂填土、粘土、中粗砂	600	强风化花岗岩、中风化花岗岩	300	/
J11	2300	杂填土、粘土、中粗砂	/	/	300	/
J12	1200	杂填土、粘土、中粗砂	/	/	300	/
顶管（海沧）	16000	粘土（处理后含水率低于 40%）	4200	微风化凝灰熔岩、强风化凝灰熔岩（处理后含水率低于 40%）	/	/
顶管（本岛）	11000	砂质粘性土（处理后含水率低于 40%）	4000	强风化花岗岩、中风化花岗岩、微风化花岗岩（处理后含水率低于 40%）	/	/
盾构	77000	淤泥质砂、粗砂（处理后含水率低于 40%）	30000	微风化凝灰熔岩、强风化凝灰熔岩、全风化凝灰熔岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩、微风化花岗岩（处理后含水率低于 40%）	/	/
合计	130869	/	43100	/	5500	0

表 3.3-2　项目土石方平衡

项目	单位	弃方量	借方量
土方	m^3	130869	5500
石方	m^3	43100	0
合计	m^3	173969	5500

3.4　施工方案

3.4.1　施工时序

（1）陆域段

陆域段海沧端、本岛端分别设1台φ3.6、φ4.2（外径）顶管机，海沧端从J1工井始发、

J2井接收；转场运往J3井始发、J4井接收，J2与J3连接段采用明挖法，J2~J4井后期均需回填；转场运往J5井始发、J4井接收；转场返回J5井始发、J6井接收；再转场至J7井始发、J6井接收；最后J6井接收后撤场。

本岛端顶管与海沧段同步施工从J9井始发、J10井接收；J10和J11连接段采用明挖，然后转场至J11井始发、顶进至厦禾变内J12井接收，之后撤场。

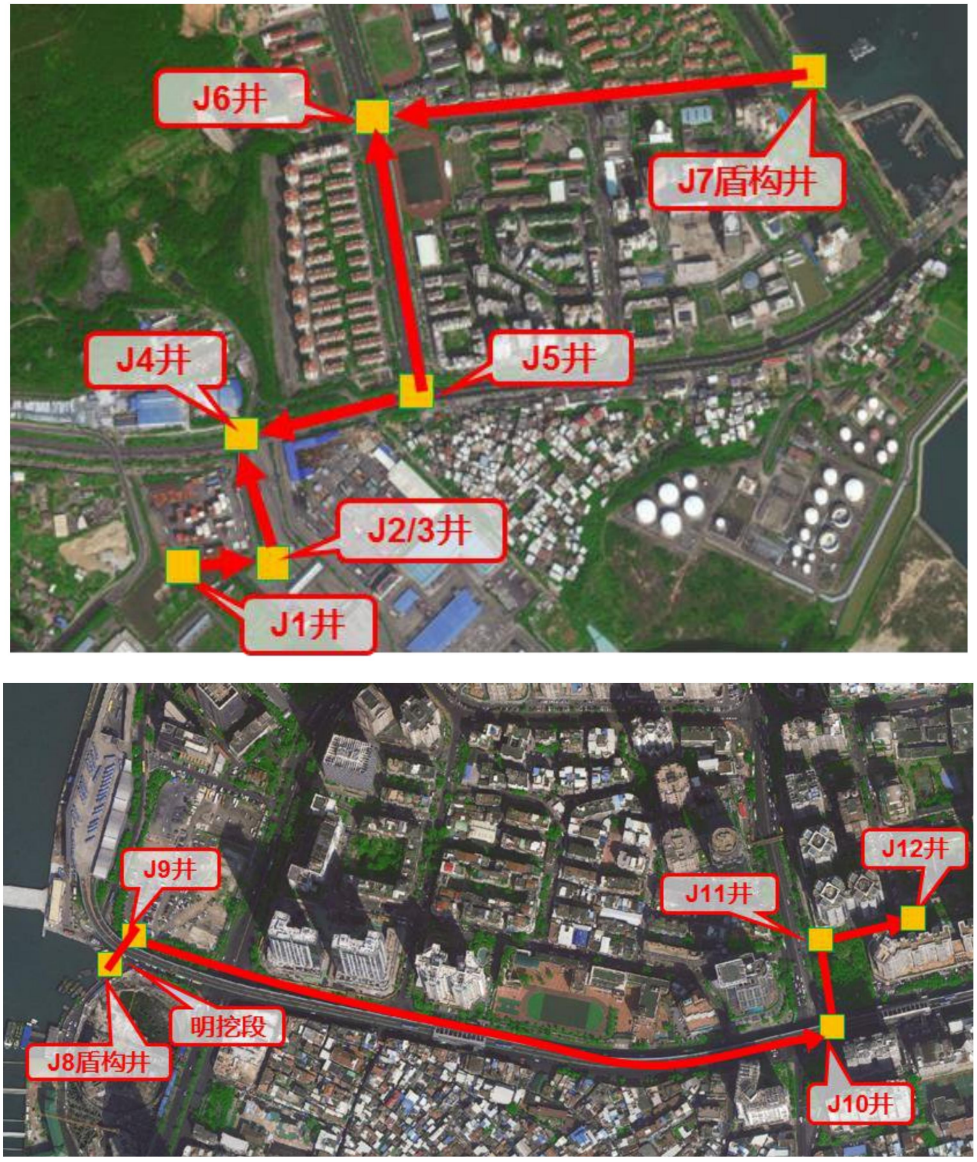


图 3.4-1　隧道施工走向

（2）海域段

海域段设1台φ6.7的复合式泥水平衡盾构机，从海沧端7#盾构井始发，于本岛端第一码头北侧厦禾路西端#8盾构井接收。

3.4.2　施工工艺

（1）海域段隧道施工工艺

本项目海域段隧道采用盾构法施工。盾构施工作业安全、环境条件好、机械化程度高、进度快、适合在软土地基、不影响地下管线、穿越海底时不影响航运、施工中不受气候条件影响、施工中噪音和扰动小等特点；其次，盾构隧道衬砌采用预制管片，现场拼装，防水效果好、质量可靠；另外，盾构施工无需采用其他辅助措施，即能适应松散软弱地层或其它含水土层，地面沉降小，可以有效地保护周围建筑物和地下管线。

①盾构法简介

盾构法是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法。它是将盾构机械在地中推进，通过盾构外壳和管片支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠千斤顶在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。

②盾构设备选型

针对本工程特点，拟采用复合式泥水平衡盾构机。泥水平衡盾构机工作原理是按照一定要求配制的膨润土或粘土浆液，通过泥浆泵、输浆管以一定的压力从洞外送到开挖工作面，泥浆压力稍高于开挖面土压和水压，泥浆在开挖面上形成不透水的泥膜，通过该泥膜保持水压力，以对抗作用于工作面上的土压力和水压力，使工作面保持稳定；与此同时，刀盘从工作面切削下来的渣土与泥浆混为一体，通过泥浆管送至地面的泥渣分离场；经分离后的废渣运出工地，分离后的工作泥浆重复循环利用，必要时补充新的泥浆。

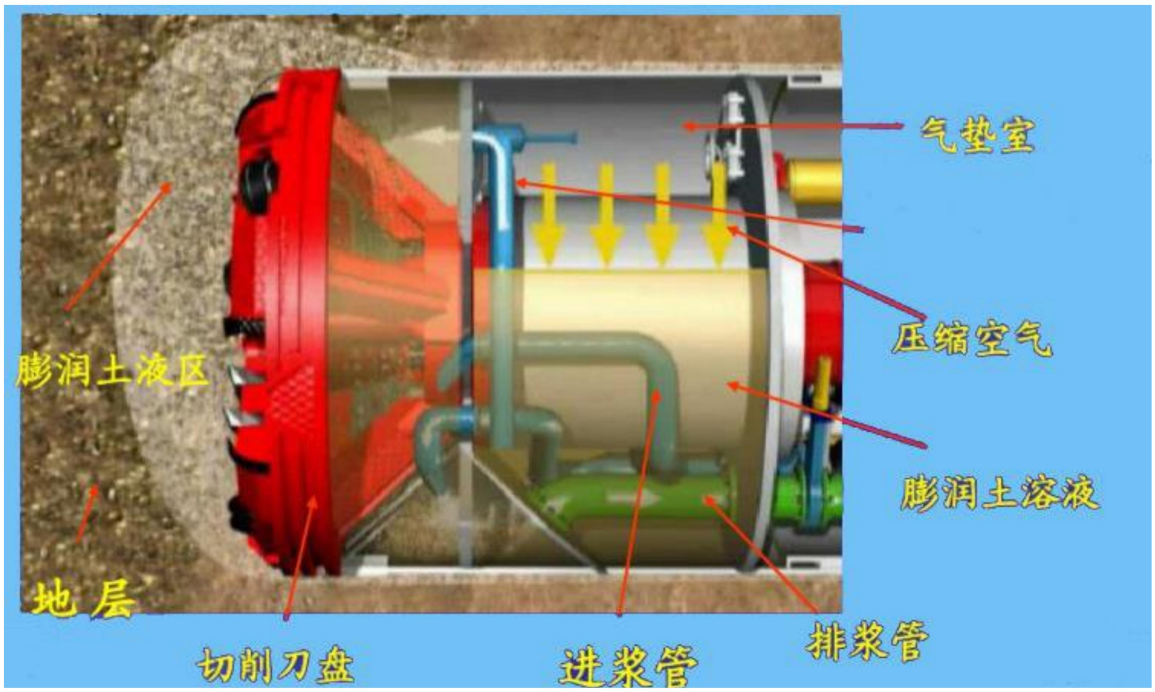


图 3.4-2　泥水平衡盾构机

（2）陆域段隧道施工工艺

本项目除2#~3#、8#~9#、10#~11#工作井之间过渡段采用明挖法施工外，陆域段隧道采用顶管法施工。顶管施工可不阻断交通，不破坏道路和植被，因而可以避免开挖施工所带来的居民生活和交通干扰，避免对环境建筑基础的破坏影响，无污染，无噪音，适用于中型管道施工。

①顶管法简介

顶管法施工是在工作井内借助于顶进设备产生的顶力，克服管道与周围土壤的摩擦力，将管道按设计的坡度顶入土中，并将土方运走。一节管子完成顶入土层之后，再下第二节管子继续顶进。其原理是借助于主顶油缸及管道间、中继间等推力，把工具管或掘进机从工作坑内穿过土层一直推进到接收坑内吊起。管道紧随工具管或掘进机后，埋设在两坑之间。本工程工作井后座设计顶力为4000KN。不能满足全管道顶力要求。因此，每段顶管都需设置1-2只中继间进行中继顶进，按150m-200m间隔设置一处。中继环按先后次序逐个启动，实现管道分段顶进，由此达到减小顶力的目的。

②顶管设备选型

本工程顶管路径范围内的地层复杂，不是单一岩层或者土层，路径范围内存在软弱土层、风化土层、碎块状风化层、中微风化岩层等，因此选用具备泥水平衡式的硬岩顶管机。泥水平衡式是指通过调节出泥舱的泥水压力来稳定开挖面的平衡方式，混入弃土的泥水用管子排放出顶管机，经过泥浆处理系统处理后的泥水打入泥仓中重复使用，顶管机的泥浆处理系统与盾构机类似。管道顶进时需同时采用触变泥浆在管外形成泥浆套，以减少顶进阻力。需设注浆孔的管道按90度设置4只注浆孔。管道顶进时在掘进机后需连续放置3至4节有注浆孔的管子，不断注浆，使浆套在管子外面保持得比较完整后，再间隔3～4节管子放置一节有注浆孔的管子用以补浆。顶管施工结束后再通过注浆管灌注1：1纯水泥浆将润滑泥浆置换出来，以确保管道外围土体有足够的支撑和减少渗漏水。

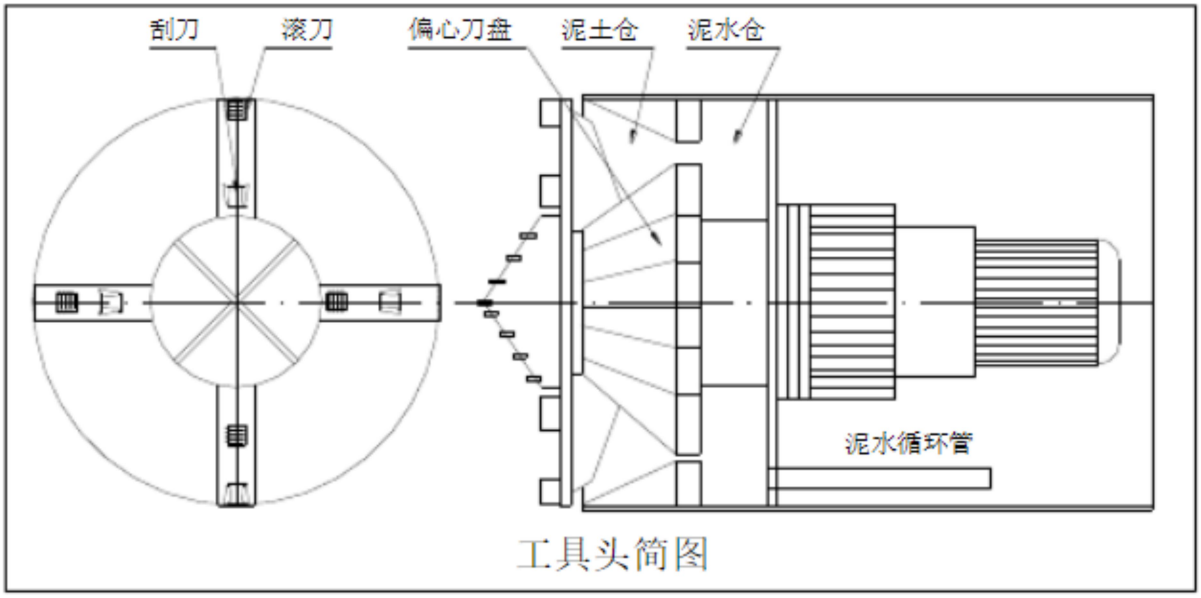


图 3.4-3　泥水平衡顶管机工具头示意图

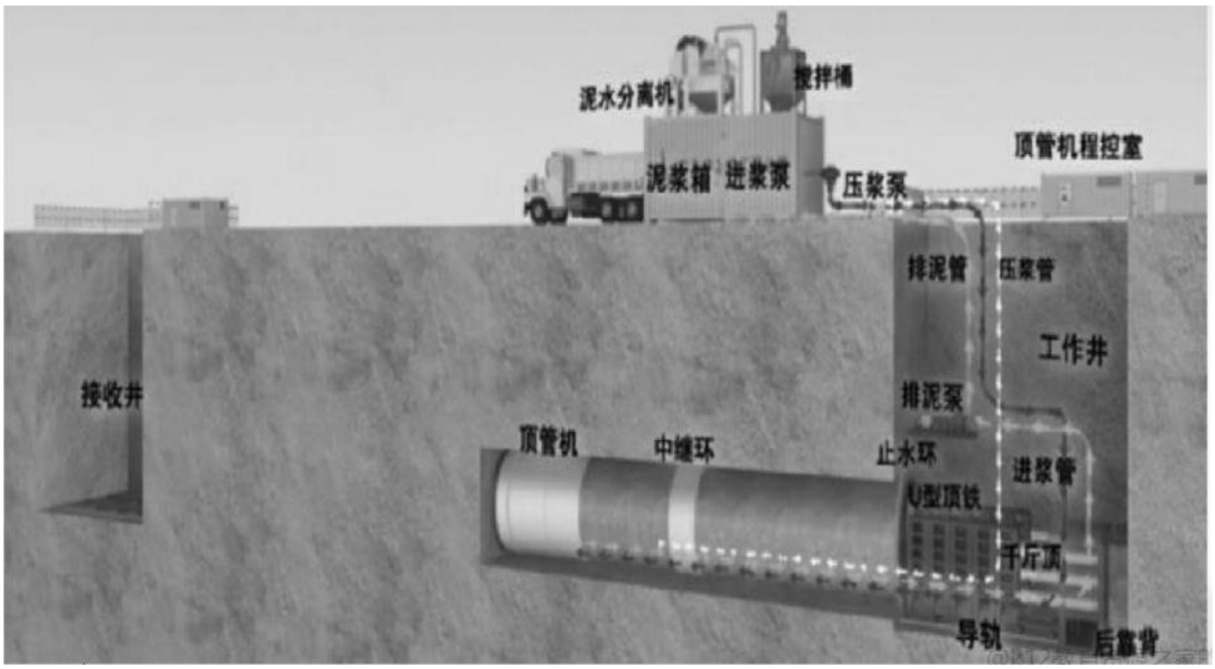


图 3.4-4　顶管工作现场示意图

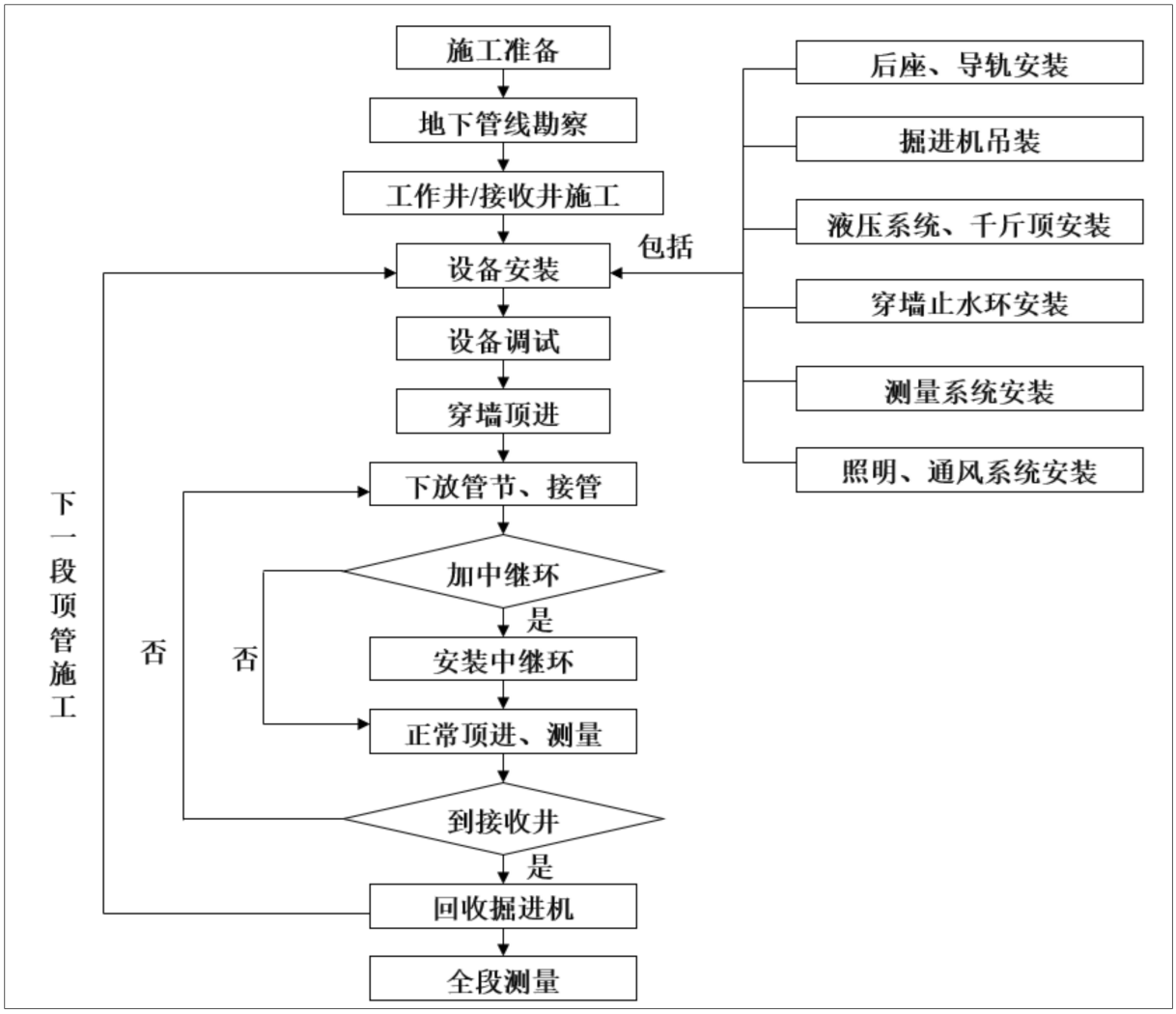


图 3.4-5　顶管施工工艺流程

（3）工作井施工工艺

工作井采用明挖法施工。明挖法即先从地表向下开挖基坑或堑壕，直至设计标高后，自基底由下向上顺序施工，本项目采用不放坡明挖，陆域段工作井采用采用排桩围护结构型式，海域段盾构始发、接收井采用地下连续墙围护结构形式，完成地下工程主体结构后J2~J4及J11工作井进行土方回填。

3.4.3　主要施工设备

本工程施工过程中需要使用主要设备见表3.4-1。

表 3.4-1　本工程施工所需机械设备配置表

序号	机械名称	型号规格	单位	数量
1	复合式泥水平衡盾构机	内径 φ6000mm	台	1
2	泥水平衡硬岩顶管机	内径 φ3000mm	台	1
3	泥水平衡硬岩顶管机	内径 φ3500mm	台	1

序号	机械名称	型号规格	单位	数量
4	三轴搅拌机		台	3
5	挖槽机		台	3
6	旋挖钻		台	3
7	混凝土搅拌罐车		辆	3
8	装载机	3t	台	6
9	汽车吊	10t	台	3
10	履带吊	100t	台	2
11	自卸汽车		辆	6
12	发电机		台	3

3.4.4 施工临时围挡设置

①J1号井：施工主要占用工厂厂区场地。围挡面积约894 m^2。

②J2号井- J3号井：施工主要占用嵩屿货运码头闸口西北侧场地，施工期间对J2号井、J3号井进行围挡施工，设置施工标志、施画交通标线诱导车辆避开施工区域。围挡面积约1388m^2。

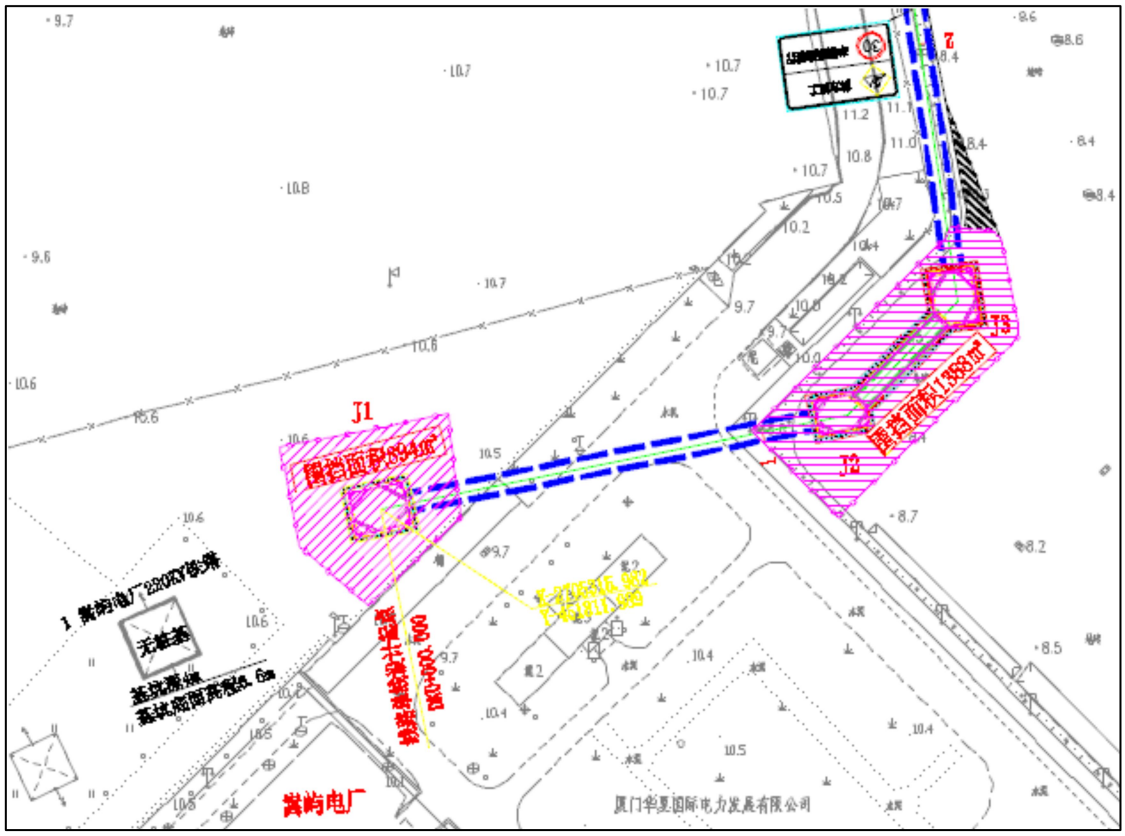


图 3.4-6　J1-J3 工作井围挡面积

③J4号井：施工场地主要占用进出嵩屿货运码头北侧现状道路，施工期间对J4号井进行围挡施工，设置施工标志、施画交通标线诱导车辆避开施工区域。围挡总面积约

982m^2。

④J5号井：施工主要占用绿化带场地。围挡面积约2004 m^2。

⑤J6号井：施工场地主要占用兴港路与嵩屿中路交叉口西北侧现状道路及人行道，施工期间对J6号井进行围挡施工，设置施工标志、施画交通标线诱导车辆、行人避开施工区域。围挡总面积约1467 m^2。

⑥J7号井：施工场地主要占用海沧湾公园，围挡总面积5045m^2。

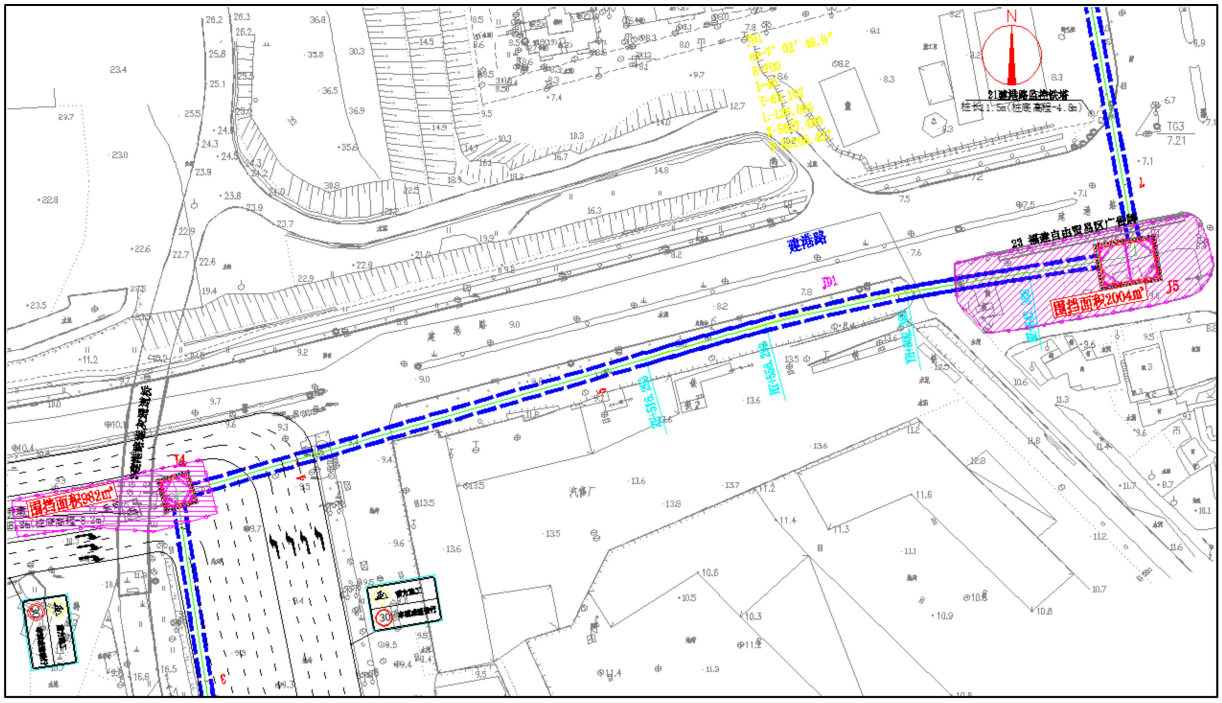


图 3.4-7　J4、J5 工作井围挡设置图

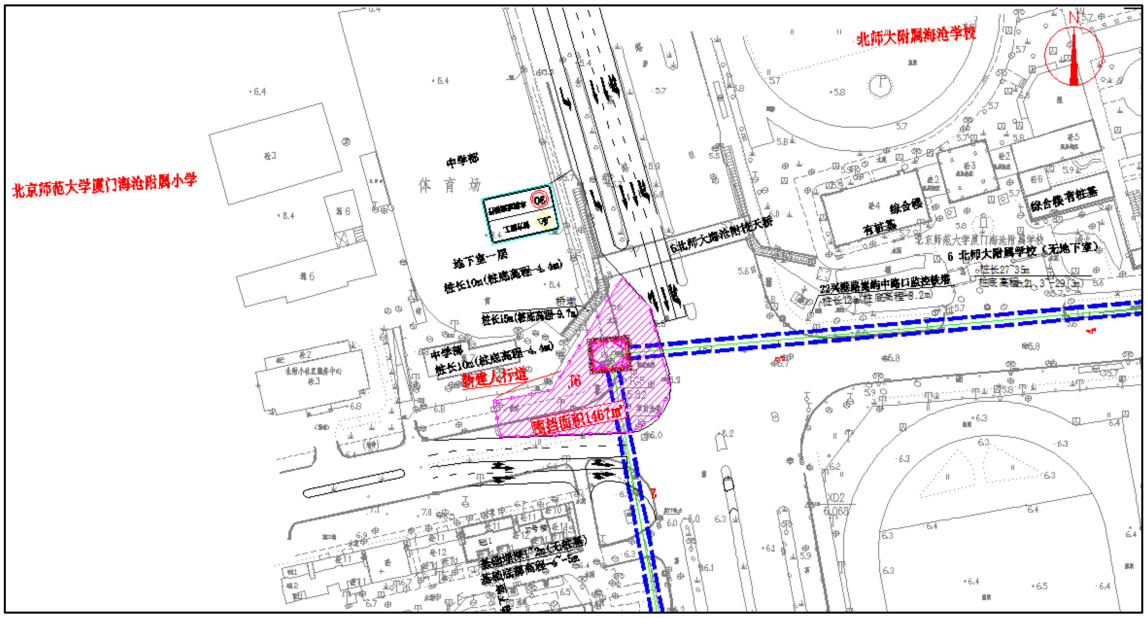


图 3.4-8　J6 工作井围挡设置图

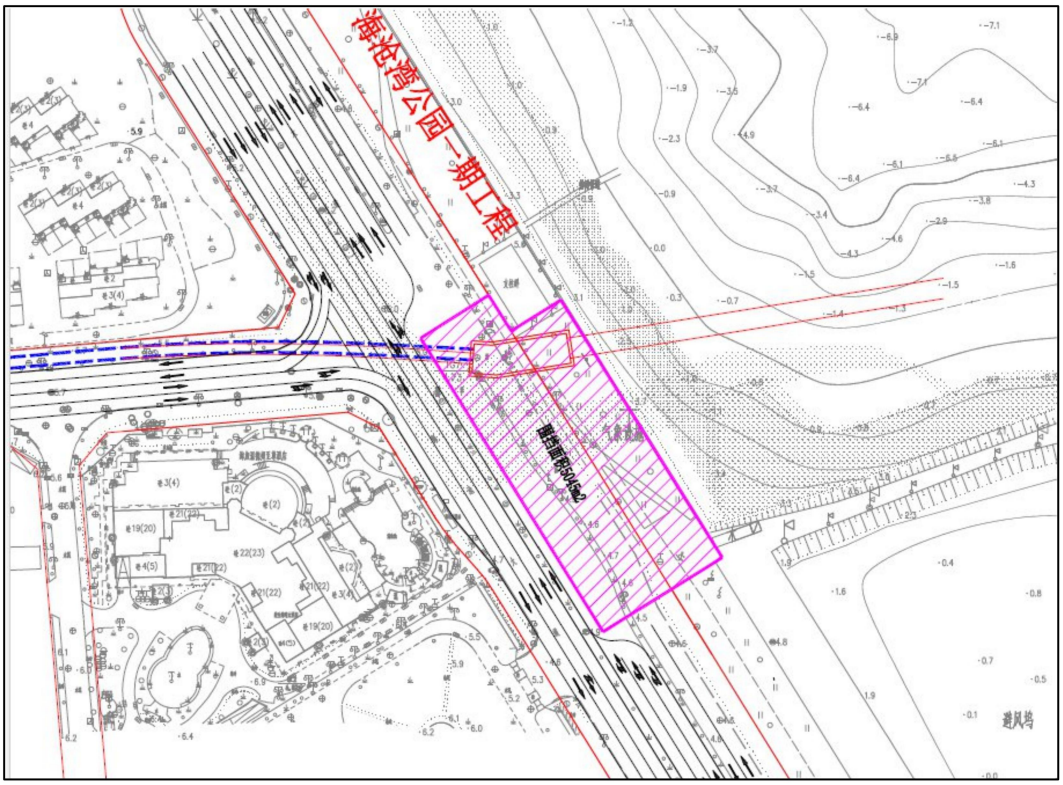


图 3.4-9　J7 工作井围挡设置图

⑦J8、J9号井：分两期施工，一期施工主要占用北侧车道、高架桥中分带及辰南停车场场地围挡。围挡面积约2190 m^2。二期施工主要占用南侧车道及第一码头部分场地进行围挡。围挡面积约2500 m^2。

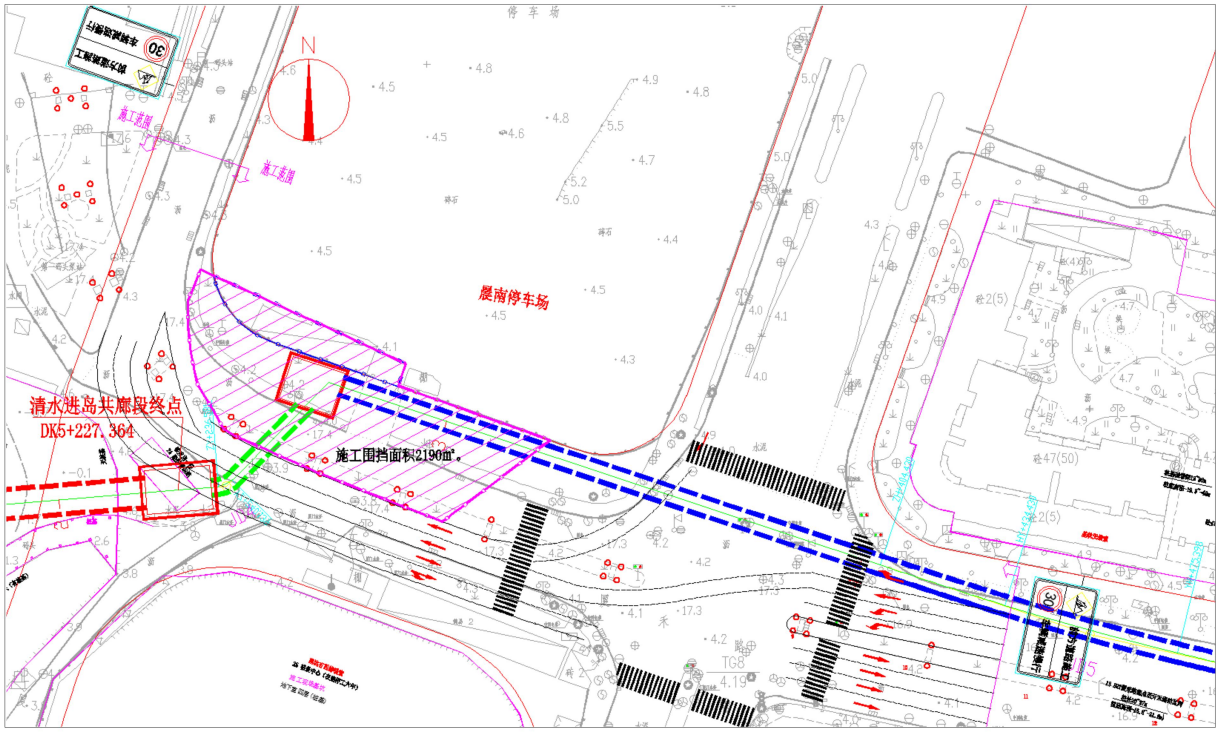


图 3.4-10　8#、9#井一期交通疏解围挡图

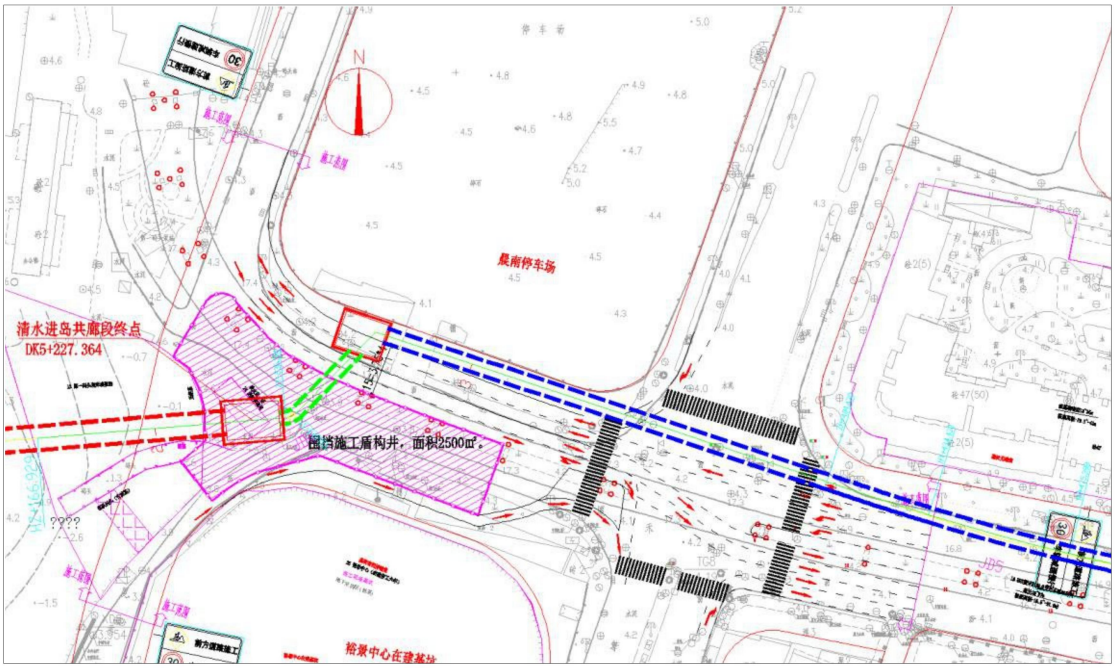


图 3.4-11　8#、9#井二期交通疏解围挡图

⑦J10、J11号井：J10与J11号井距离较近，施工时采用一起围挡，主要占用东北侧绿化场地进行围挡施工。围挡面积约2160m^2。

⑧J12号井：12号井施工主要占用小学路北侧绿化及夏禾变内部场地。受场地限制，施工时需临时封闭小学路北侧车道，设置施工标志、施画交通标线诱导车辆至禾祥西路绕行至湖滨西路。围挡面积约1000 m^2。

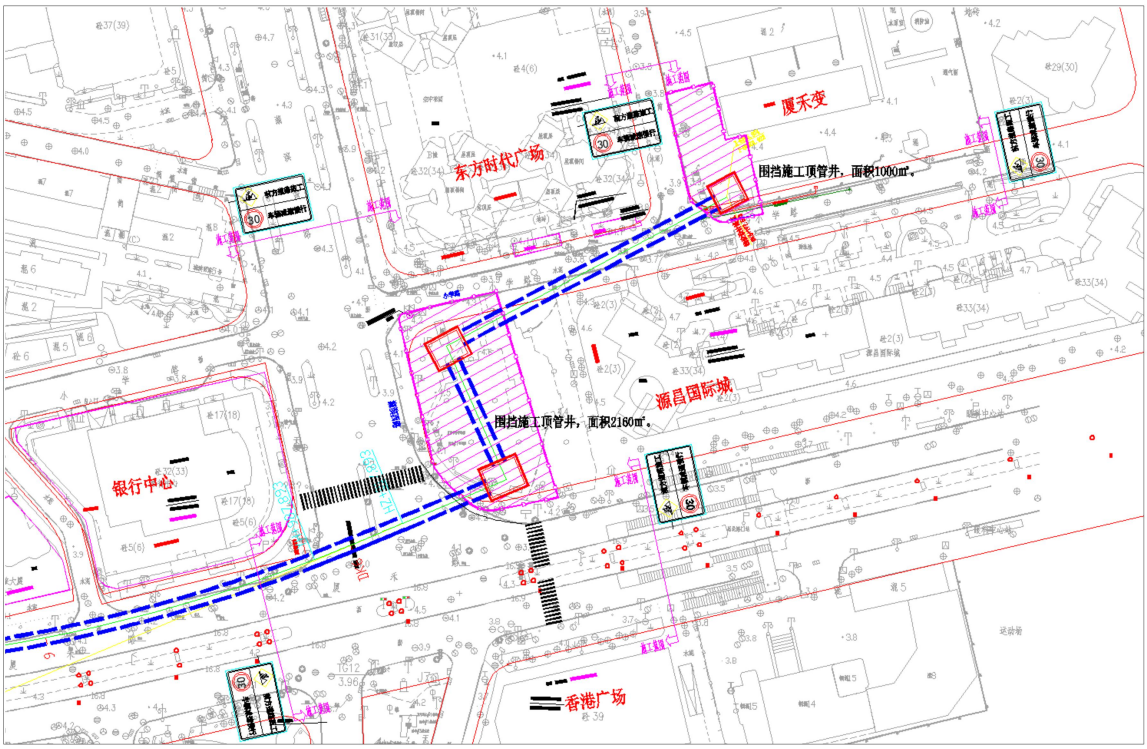


图 3.4-12　J10-J12 工作井围挡设置图

3.4.5 施工“三场”和临时场地设置情况及合理性

（1）取土场

本工程不设置专门的取土场，项目回填所需的土方采用外购。

（2）弃土场

本工程不设置专门的弃土场，弃方拟运至厦门市现有建筑废土消纳场之一旧海沧中学后石窟回填工程施工场地进行回填，该石窟剩余容纳量可消纳本项目弃方，消纳场位置和运输路线详见图5.1-1，海沧端平均运距约为7km，建议运输路线为工程区→建港路→角嵩路→新街；本岛端平均运距约16km，建议运输路线为工程区→湖滨西路→东渡路→海沧大桥→海虹路→马青路→南海路→角嵩路→新街。

本工程弃方运输量主要来自海沧端，占比约83%，本岛端弃方运输量仅29200m^3，弃土场位置距离海沧端施工区较近，且海沧端运输线路规划沿建港路至角嵩路，沿线敏感目标相对较少，因此弃土场位置选择合理。

（3）临时堆土场

本项目开挖土石方由渣土运输车直接外运，施工场地不设置临时堆土场。

（4）预制场

项目盾构管片和顶管管件为外购，不设置单独的预制场。

目前厦门既有的盾构管片厂主要有3家：①中铁一局集团有限公司厦门市轨道交通工程管片厂；②中铁二十四局管片厂；③中交三航局管片厂。厦门地铁3号线过海区间盾构直径与本项目相同，采用的是中铁一局管片厂生产的管片，因此，本项目拟购买中铁一局集团有限公司厦门市轨道交通管片厂（位于福建省厦门市集美区铁山路548号）预制管件进行施工。目前尚未规划运输路线，本报告建议运输路线为管片厂→灌口中路→灌新路→海新路→马青路→南海路→建港路→海沧大道→盾构井。

顶管管件计划采购于厦门千秋业水泥制品有限公司（东孚大道1299号），目前尚未规划运输路线，海沧端建议运输路线为管件厂→孚莲西路→孚莲路→青新隧道→角嵩路→建港路；思明段建议运输路线为管件厂→孚莲西路→海翔大道→杏前路→杏林大桥→长岸路→东渡路→湖滨东路→厦禾路。

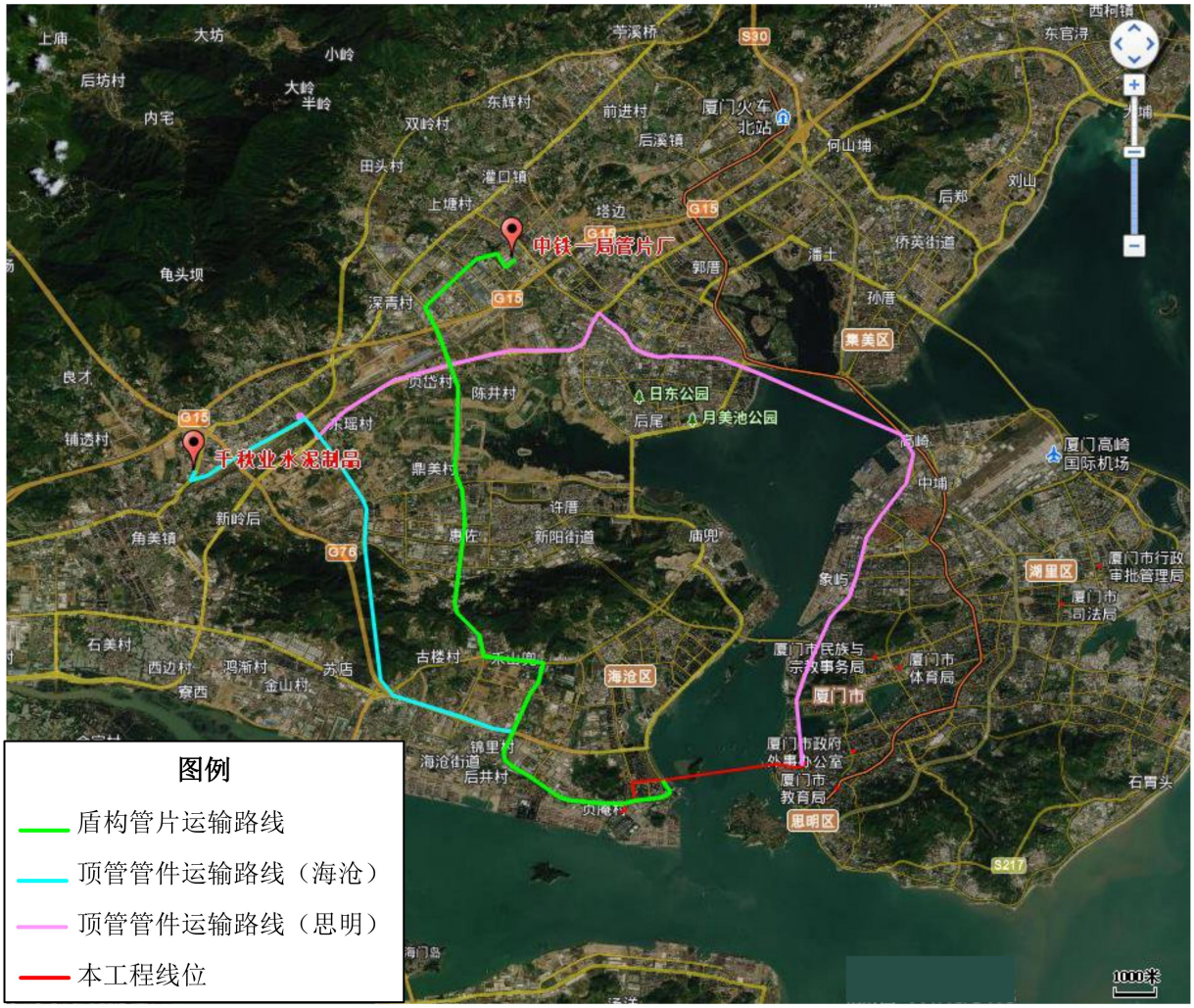


图 3.4-13　工程材料运输路线

（5）材料堆场

本项目预制件根据施工需要合理配置，由工厂分别运至各个施工点，材料堆场位于各施工点围挡范围内，无需进行二次运输，设置合理，围挡范围详见3.3.4节。

（6）施工营地

本项目不设置施工营地，施工人员拟租住在周边村庄或住宅区。

（7）施工场地

本项目施工场地设置于各工作井周边围挡范围内，围挡范围及场地现状详见3.3.4节。

3.4.6　施工用水情况

本项目施工主要用水量为盾构、顶管施工泥浆循环系统用水和生活用水。

（1）泥浆循环系统用水

按照单项工程计划，盾构全断面土层段推进速度180m/月，按该推进速度计算盾构日平均出土量约为210m^3；顶管全断面土层段推进速度200m/月，按该推进速度计算每台

顶管日平均出土量约为90 m^3，弃方带走的含水率按40%考虑。

$$Q_1=K_1\times\Sigma Q\times N_1\times K_2$$

Q_1——施工工程用水量（L/d）；

K_1——未预计的施工用水系数，取1.1；

Q——日工程量；N_1——施工用水定额；根据本工程平均出土量和弃方含水率数值计算，$\Sigma Q\times N_1$=156 m^3；

K_2——用水不均衡系数，取1.5；

因此泥浆循环系统用水量按258 m^3/d考虑。

（2）生活用水

施工高峰期施工人数预计约为50人，用水量按0.15 m^3（人·天）计算，则人员生活用水量约为7.5m^3/d。

3.5 施工进度计划

3.5.1 单项工程实施计划指标

（1）盾构井：10~12个月/个；顶管井：6个月/个；

（2）盾构推进：全断面土层段180m/月、硬岩段90m/月、上软下硬段30m/月；

（3）顶管推进：全断面土层段200m/月、硬岩段（凝灰熔岩60m/月、花岗岩段120mm/月）、上软下硬段30m/月。

3.5.2 顶管段施工计划

海沧端考虑6个月后提供顶管始发工作井，顶管制造6个月可同步进行，顶管机组装调试0.5个月；J1工井始发至J2工井0.5个月，顶管机转场至J3工井组装调试时间0.5个月；J3工井始发至J4工井4个月，顶管机转场至J5工井组装调试时间0.5个月；J5井始发至J4工井2个月，顶管机再转场至J5工井组装调试时间0.5个月；J5工井始发至J6盾构井3个月，顶管机转场至J7井组装调试时间0.5个月；J7盾构井始发至J6工井4.5个月，顶管机拆除吊出0.5个月；陆域段内部结构多节点同步施工3个月。海沧端陆域段总工期26个月。

本岛端陆域段可同海沧端同步进行。考虑6个月后提供顶管始发工作井，顶管制造6个月可同步进行。J8至J9明挖段3个月，J10~J11段位于公园绿化内，可结合两端J10、J11井同步明挖施工；顶管机组装调试0.5个月，顶管机于J9工井始发至J10工井6个月，顶管机于J11工井组装调试时间0.5个月；J11工井始发至J12工井0.5个月，顶管机调出0.5个月；陆域段内部结构多节点同步施工2个月。本岛端陆域段总工期17个月。

陆域段以海沧端为控制性节点，总工期26个月。

3.5.3 盾构段施工计划

盾构法隧道考虑12个月后提供盾构始发工作井，盾构制造12个月可同步进行，盾构机组装调试2个月；盾构掘进需29个月，盾构机拆除吊装时间2个月，内部结构施工4个月，盾构段土建工期49个月。

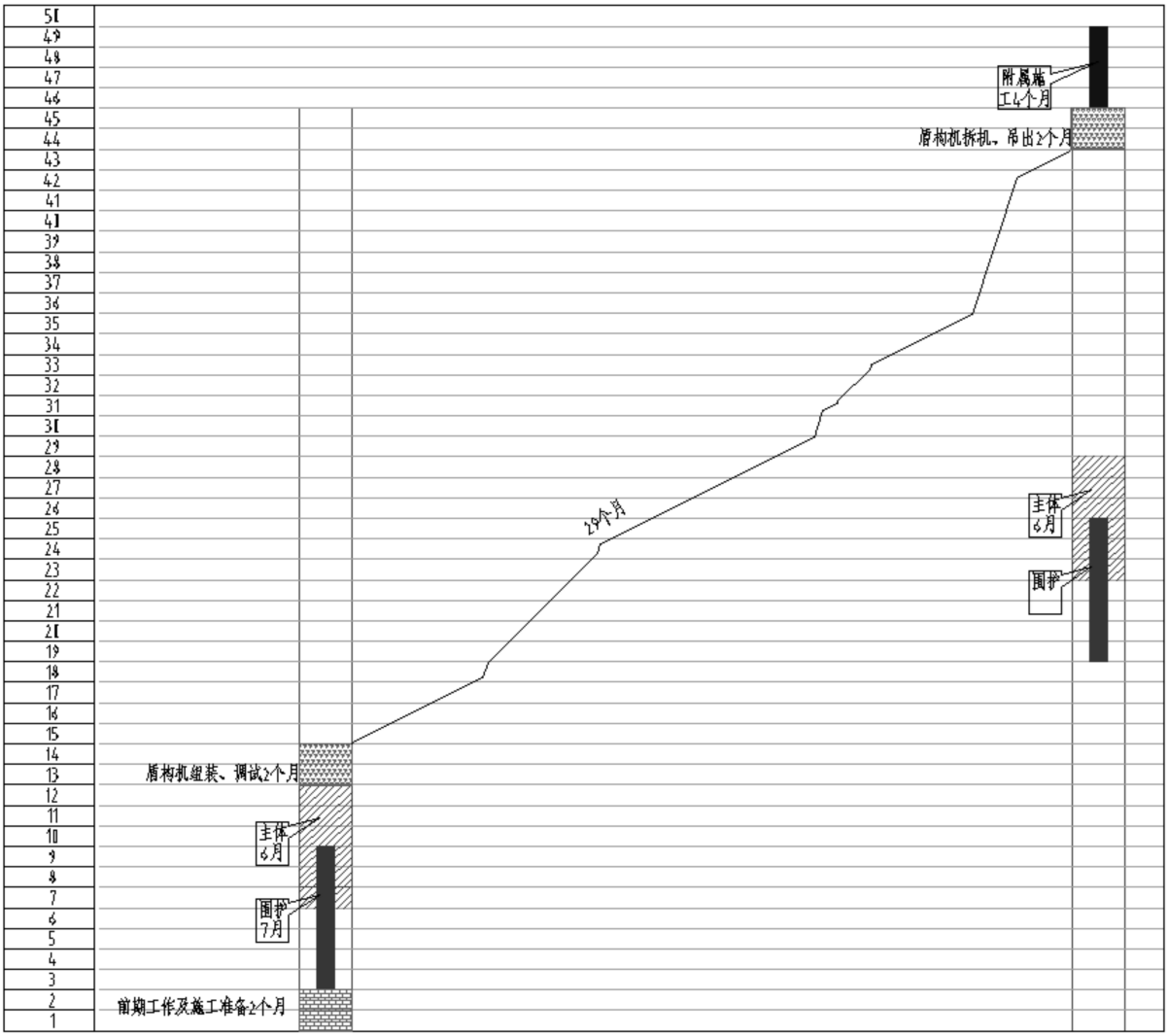


图 3.5-1 盾构段施工进度

综合考虑海域段、陆域段工程筹划，本项目土建总工期49个月。

3.6 工程主要污染源分析

3.6.1 施工期主要污染源

3.6.1.1 水污染源

（1）施工生活污水

本项目不设置施工营地，施工人员均不在工地食宿，施工人员可使用周边现有卫生

设施，生活污水纳入市政管网处理。施工期生活污水主要为施工人员洗涤、粪便污水等，主要含 COD_{Cr}、BOD_5 等。施工高峰期施工人数预计约为 50 人，用水量按 0.15t/（人·天）计算，污水排放系数按 0.9 计算，则排放量约为 6.75t/d。根据有关类比资料，施工期间生活污水浓度以及污染物产生量详见表 3.6-1。

表 3.6-1　施工期间生活污水浓度以及污染物排放量

污染物类型	产生浓度（mg/L）	排放浓度（mg/L）	产生量（kg/d）	排放量（kg/d）
SS	400	400	2.70	2.70
BOD_5	250	250	1.69	1.69
COD_{Cr}	450	450	3.04	3.04
氨氮	40	40	0.27	0.27

（2）施工废水

施工期间废水主要包括基坑排水、开挖泥浆水和施工场地污水。

①基坑排水

基坑开挖深度低于地下水位时将引起地下水涌入基坑的现象，为保证基坑内无水施工，本项目采用坑内降水，坑外设置止水帷幕，可有效控制基坑内地下水位，尽可能保证坑外地下水位维持原状。基坑涌水主要污染物为SS，根据《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）附录E中计算公式对基坑涌水量进行估算。

$$Q=\pi k\frac{(2H-Sd)Sd}{\ln(1+\frac{R}{r0})}$$

式中：Q—基坑降水总涌水量（m^3/d）；

k—渗透系数（m/d）；

H—潜水含水层厚度（m）；

S_d—基坑地下水位的设计降深（m）；

R—降水影响半径（m）；

r_0—基坑等效半径（m）；可按$r_0=\sqrt{A/\pi}$计算；

A—基坑面积（m^2）。

影响半径R的计算采用库萨金经验公式：$R=2S_d\sqrt{Hk}$。

本次评价选取勘探资料中提供的各含水层的渗透系数推荐值，剖面上将水流视为一维流，等效渗透系数 K 可以用下式估算：

$$K_E = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_i M_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i}$$

式中，n、K_i及M_i分别为层数、第i层的渗透系数和厚度。

各工作井涌水量计算结果见下表。

表 3.6-2　各工作井涌水量计算表

工井	渗透系数 k（m/d）	潜水含水层厚度 H（m）	S_d	影响半径 R（m）	基坑面积 A（m^2）	基坑等效半径 ro（m）	涌水量 Q（m^3/d）
J1 工作井	0.01	7	7.95	4.50	116	36.92	17.49
J2 接收井	0.16	12	9	24.94	82	26.10	101.18
J3 工作井	0.16	13	9	25.96	111	35.33	139.61
J4 工作井	0.14	10	7.4	17.51	85	27.06	82.17
J5 工作井	0.08	10	7.8	13.95	237	75.44	140.93
J6 工作井	0.09	15	14.45	33.58	111	35.33	95.10
J7 盾构始发	0.01	18	17.8	15.10	421	134.01	95.30
J8 盾构接收	0.4	15	24	117.58	204	64.94	175.10
J9 工作井	0.1	18	19.5	52.32	174	55.39	151.97
J10 工作井	0.55	18	27.7	174.31	156	49.66	263.72
J11 工作井	0.25	13	12.1	43.63	135	42.97	188.51
J12 工作井	0.02	13	11.6	11.83	85	27.06	28.94

根据计算结果，各工作井涌水量在17.49~263.72 m^3/d之间，工作井涌水需经沉淀池处理后回用或排入市政雨水管网。

②泥浆水

施工过程开挖土石方与泥水混合以泥水状态由泥浆泵进行输送，并通过泥浆处理系统进行处理后回用。泥浆水主要成分为粘土颗粒。

③施工场地污水

施工场地污水主要包括机械维修油污水、施工机械跑、冒、滴、漏的污油、机械及地面冲洗废水等，主要含SS、石油类等。

3.6.1.2　大气污染源

本项目施工期大气污染物主要有施工扬尘及施工机械废气，主要影响范围在12个工作井周边。

（1）施工扬尘

施工扬尘是本工程施工时产生的主要污染物，扬尘排放方式主要为无组织间歇性排放，其产生量受风向、风速和空气湿度等气象条件的影响，主要来源于：①土方开挖、装卸、回填过程产生的扬尘；②建材的堆放、装卸过程产生的扬尘；③运输车辆造成的道路扬尘。

（2）施工机械废气

主要是施工机械设备产生的废气，施工机械动力源为柴油，主要特征污染物为CO、NO_X、SO_2等，主要是对各工作井施工点周围产生一定影响。

（3）运输车辆尾气

本项目预制管件和弃土方运输量较大，施工过程将使用大型运输车辆，车辆的运输过程中将排放大量的尾气，主要特征污染物为CO、NO_X等，将对运输道路沿线的大气环境有一定的影响。

3.6.1.3 噪声

工程施工噪声主要为施工机械和施工车辆产生的噪声。由于隧道陆域段陆域覆土保证1.5倍洞径，即海沧段5.4m、本岛段6.3m，海域段隧顶最小海床覆盖层厚度为9m，因此顶管及盾构机掘进过程机械噪声对周边敏感目标的影响较小，施工噪声主要影响范围在12个工作井周边。项目施工所使用的机械设备主要有三轴搅拌机、挖槽机、旋挖钻、挖掘机、混凝土泵、压路机、吊车、自卸汽车、顶进设备等，典型施工机械作业期间产生的噪声源强见表3.5-3，噪声源强主要根据《土方机械 噪声限值》（GB 16710-2010）、环境噪声与振动控制工程技术导则(HJ 2034-2013)和相关经验数据确定。另外，本工程车辆运输过程将对道路沿线声环境造成一定影响。

表 3.6-3 典型施工机械及车辆噪声源源强 单位：dB(A)

噪声源	监测距离（m）	噪声级
三轴搅拌机	5	85
挖槽机	司机位置处	92
旋挖钻	5	85
混凝土泵	5	85
挖掘机	司机位置处	92
汽车吊	15	75

噪声源	监测距离（m）	噪声级
吊管机	司机位置处	86
压路机	司机位置处	87
发电机	5	95
顶进设备	5	90
自卸汽车	司机位置处	82

3.6.1.4 振动

顶管机振动相对较小，本工程施工期振动源主要考虑盾构机产生的振动，盾构机振动源强见表3.6-4。

表 3.6-4 典型施工机械振动源强 （VLzmax：dB）

噪声源	监测距离（m）	振动源强
盾构机	10	80~85

3.6.1.5 固体废物

项目施工产生的固体废弃物主要包括施工过程中产生的建筑废土及施工人员的生活垃圾等。

（1）建筑垃圾及弃方

建筑废土包括建筑垃圾和工程渣土。施工期间产生的建筑垃圾主要包括一些建筑材料下脚料、断残钢筋头等，参考《龙潭220KV变电站-华月路电力隧道工程项目环境影响报告表》，隧道施工按平均每公里产生建筑垃圾2t计，则施工期产生建筑垃圾约13t。

根据土石方平衡计算，本项目产生弃方量共 173969m^3。

（2）生活垃圾

施工高峰期施工人数预计约为50人，每人每天排放生活垃圾按0.5kg计算，则生活垃圾每天产生量为25kg。

3.6.1.6 生态环境

（1）陆域生态环境

本项目部分工作井和管理中心占用现状绿地，占用面积约 436m^2，此为永久占地，管理中心紧邻 J7 工作井，各工作井占用土地现状图详见 3.2.3.1 节；此外施工期临时用地面积 19630m^2。临时占用的土地地表植被破坏，地表性质改变，区域内地表裸露增加，对环境的稳定性下降，对风力、水力作用的敏感性增强，较易发生生态恶化。

本工程施工期场地开挖等活动将会使地表土松散，在大雨或暴雨天气下受地表径流

的冲刷作用而发生水土流失。

表 3.6-5　项目工作井临时用地及营运期地上建筑占地情况

	临时用地		永久占地	
构筑物	**土地现状**	**用地面积（m^2）**	**土地现状**	**地上建筑面积（m^2）**
J1	嵩屿电厂外围空地	894	嵩屿电厂外围空地	21.8
J2	港区道路、绿化带	1388	-	-
J3	港区道路、绿化带		-	-
J4	道路及绿化带	982	-	-
J5	绿地	2004	绿地	26.5
J6	道路及绿化带	1467	绿化带	22.1
J7	公园、绿化带及道路	5045	绿化带	57.7
管理中心			绿化带	300
J8	道路	2500	人行道路	55.5
J9	绿化带、道路、停车场	2190	绿化带	2
J10	绿化带	2160	绿化带	28
J11	绿化带		-	-
J12	变电站内部	1000	变电站内部	29.6

（2）海域生态环境

工程建设对中华白海豚影响主要为施工机械噪声产生的间接影响和施工期对其栖息地的影响；对白鹭活动的影响主要为施工噪声影响。

3.6.1.7　环境风险

本项目施工期环境风险主要是隧道坍塌、涌水风险。海底隧道处于巨大水系之下，地下水富存，并且在勘测、定位和选线方面比陆域隧道受限制大，故其穿越断层破碎带的机率大、数量也多。在工程施工中若使断层破碎带与其上或附近的水系相沟通，随时都可能给工程带来淹没、塌通、涌水或形成泥石流的危险，轻则给工程进展造成影响，重则使工程的安全和施工人员的生命毁于一旦。本项目线路穿越排头-嵩屿断裂带及厦门西港断裂带，断裂影响区域为地质环境薄弱地段，场地稳定性较差。

3.6.2　营运期主要污染源

本项目营运期无大气、噪声污染源，营运期废水主要为管理人员生活污水，固体废物主要为管理人员生活垃圾。

3.6.2.1　水污染源

管理人员用水量约为0.18t/（d•人），排污系数按0.9计，管理中心拟配备2名工作人

员，则营运期管理中心生活污水产生量约为0.324t/d。一般生活污水中主要污染物浓度大体为：COD_{Cr}：400mg/L、BOD_5：250mg/L、SS：400mg/L、NH_3-N：35mg/L，营运期生活污水浓度及产生量见下表。

表 3.6-6　营运期生活污水浓度以及污染物产生量

污染物类型	浓度（mg/L）	日产生量（kg/d）	年产生量（t/a）
污水量	/	324	118.3
SS	400	0.13	0.047
BOD_5	250	0.08	0.030
COD	400	0.13	0.047
氨氮	35	0.01	0.004

3.6.2.2　固体废物

营运期管理中心拟配备2名管理人员，管理人员生活垃圾产生量约为每人1.0kg/d，则生活垃圾产生量约为2.0kg/d。

3.7　清洁生产与总量控制

3.7.1　清洁生产

本项目仅为土建工程，营运期不产生污染物，以下为施工期清洁生产分析。

（1）施工准备

本项目拟采用招标的方式进行建设施工，预期施工单位将全部为专业的施工队伍，具有丰富的隧道施工经验，施工设备先进，施工组织与环境管理水平较高，为实施清洁生产奠定良好基础。

（2）施工方案与工艺

本工程隧道主线主要采用暗挖法施工，最大程度减小了对陆域环境的破坏，同时海域段结构埋入海床深度下不小于9m，未进入西海域水域部分，最大程度减小了对海域生态环境，尤其是减小了对珍稀海洋物种中华白海豚及白鹭的影响。

（3）施工设备

施工过程中优先使用的污染物排放较小的施工机械及运输车辆，使用符合国家标准要求的清洁燃油，减少废气的排放，符合清洁生产要求。

（4）环境管理

①业主单位将与所有施工单位签署协议，并由监理单位负责监督，要求所有施工单位确保使用品质优良的施工车辆及各种机械设备，实现噪声和尾气排放达标。

②合理作业时间，主要施工设备的声源强度必须达到相关机械产品的噪声标准；施工阶段执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的各项要求，控制施工作业时间，严禁在22：00至凌晨6：00从事等高噪声作业。

③海域段两端盾构井靠近西海域，为有效杜绝向施工海域的乱倾乱倒行为，工程建设单位、监理单位、施工单位都将与海洋行政主管管理部门签订“文明施工协议”，避免施工废水向海域直接排放，各类施工和生活垃圾向海域抛弃。

④施工弃土方、不可回收的建筑垃圾及泥浆系统分离的渣土按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015年修订）进行处理，运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒。

3.7.2 总量控制

本项目不属于工业污染型项目，无需总量控制。

第四章　环境质量现状评价

4.1　区域自然环境现状

4.1.1　地形地貌

本项目陆域段位于海沧区及思明区。厦门岛南北长13.7km，东西宽12km，面积133km^2，呈中低山、丘陵、台地、平原、滩涂依次呈梯状分布，构成向东南开口的马蹄形地形。地势由南向北倾斜，西北部较为平坦，南部多山，最高处在南面的云顶岩，海拔近340m。

海沧区属丘陵地带，中部偏北有蔡尖尾山（海拔高 381.6m）、文圃山（海拔高422.2m）、太平山（海拔 237.6m），把海沧区分为南面海沧新市区、南部工业区，和北面的新阳工业区两片平原，及原属杏林区的大片平原—东孚工业区。蔡尖尾山山南除东南角京口岩山（海拔 137.9m）外，其余地形比较平坦开阔，便于成片开发，是开发建设的主要用地。

本项目海域段位于厦门西海域，厦门岛西海域是一个平面上呈哑铃型近似南北走向的狭长海湾，南北长 14km，位于中部的火烧屿处海湾较窄，火烧屿往南、往北海湾逐渐开阔。湾内岛屿众多（如猴屿、火烧屿、大屿、大士屿等）、礁石密布（如鳗尾礁、鸟站礁等）。鼓浪屿是厦门岛西海域的天然屏障，鼓浪屿东西两侧的厦鼓水道和嵩鼓水道是厦门岛西海域的两条主要水上通道。厦鼓水道较深，水深一般在 15～20m；而嵩鼓水道则相对较浅，水深在 5～15m 范围。由于潮流作用，湾内猴屿东、西两侧均为深槽，特别是猴屿东侧深槽，紧贴猴屿向湾内延伸。猴屿东侧深槽的东北侧即为筼筜海堤岸滩，由深槽往岸滩，水深急剧变化，岸坡较陡。

4.1.2　气候与气象

根据 1998-2017 年的观测资料统计分析，各气象要素如下：

（1）气温

厦门市近 20 年（1998~2017 年）的年均气温 21.2℃；极端最高气温 39.2℃，出现在 2007 年 7 月 20 日，极端最低气温 0.1℃，出现在 2016 年 1 月 25 日；近 20 年的年平均日照时数 1877.5h。

（2）降水、湿度

厦门市近 20 年年平均降水量 1233.74mm，降水主要集中在 4 月份-9 月份；近 20 年的年降水量极大值为 2168.20mm（2016 年），降水量极小值为 916.7mm（2011 年）。厦门市近 20 年的年平均相对湿度为 75.59%。

（3）风速

厦门市近20年年平均风速2.6m/s，月平均风速在2.2~3.1m/s之间。最大风速3.1m/s，秋、冬两季的平均风速稍大于春、夏。

（4）风向、风频

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如 所示，厦门气象站主要风向为 E 和 ESE、NE、ENE，占 43.8%，其中以 E 为主风向，占到全年 13.9%左右。

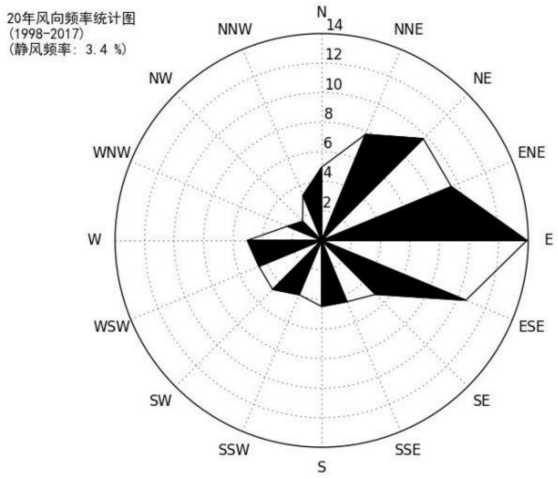


图 4.1-1　厦门气象站（狐尾山站 1998-2017）风玫瑰图

（5）相对湿度

每年 3-8 月最潮湿，10 至翌年 2 月较干燥。年平均相对湿度 78%。最大相对湿度 80%。最小相对湿度 10%。

4.1.3　工程地质

（1）地质构造

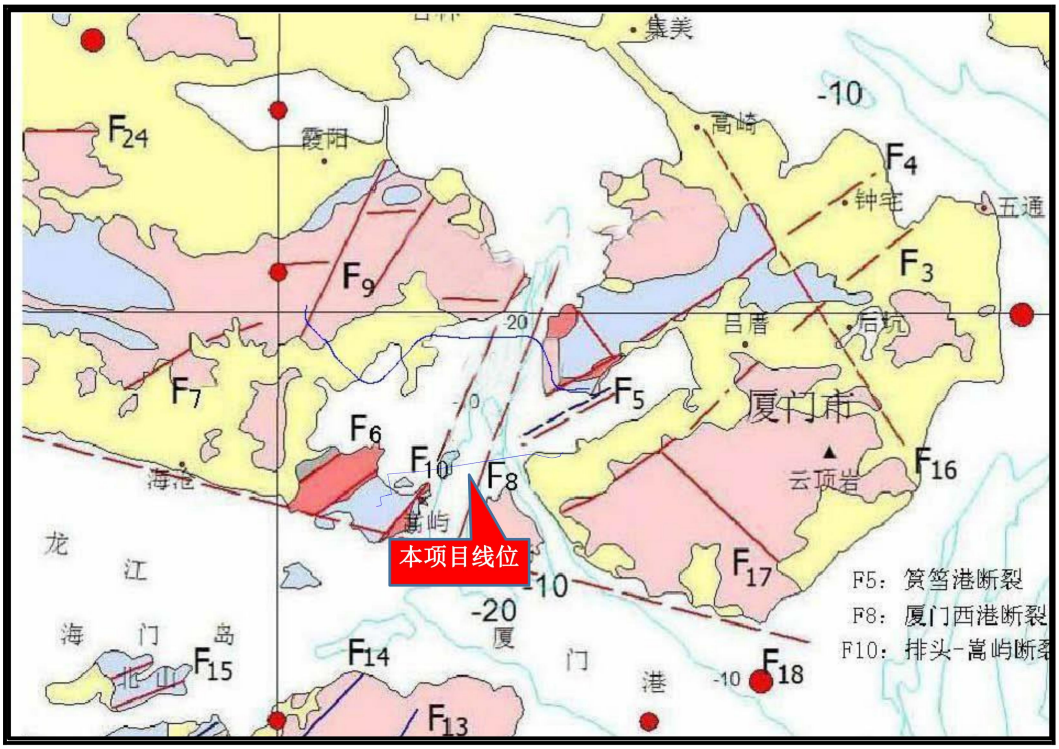
厦门岛处于“闽东燕山断坳带”东侧与闽东沿海变质带相接部位的中部。厦门岛的四周由几组不同方向的断裂所围限，为断裂带切割形成的典型的断块岛屿。

晚侏罗世本区经历过规模巨大的燕山运动，随着太平洋板块向欧亚大陆板块俯冲，断块构造运动加剧，奠定了岛内的基本构造格局。发育了呈北东东(NEE)方向展布的韧性剪切带、变质相带、岩浆岩带。许多断裂带成为火山喷发的天然通道，造成规模巨大的火山喷发，形成本市境内分布广泛的上侏罗统南园组巨厚的钙碱性火山岩系堆积。同

时，由于板块构造活动剧烈，幔源物质沿断裂带上升，形成大面积的侵入岩体——花岗岩，并且在区域变质作用基础上产生广泛发育的各种混合岩。本区中生代末期此后转入喜玛拉雅构造活动期，主要表现为断块差异升降运动及局部老断裂的重新复活与新断裂的产生。

自晚白垩纪以来的喜马拉雅运动，本区地壳表现为继续隆升，造成白垩纪、老第三纪、新第三纪沉积缺失，第四纪地层直接超覆于上侏罗统南园组火山岩之上。本工程场地近场区处于长乐—诏安断裂带中段与九龙江下游北西向断裂带及漳州—厦门近东西向构造带的交汇地区，地质构造较为复杂。

对本项目影响严重的断裂为厦门西港断裂（F8）、排头-嵩屿断裂带（F10）、筼筜港断裂（F5）。近场区断裂构造纲要图见图4.1-2。



F_3：文灶-五通断裂　　F_4：狐尾山-钟宅断裂　　F_5：筼筜港断裂

F_6：京口岩山断裂　　F_7：上瑶-院前断裂　　F_8：厦门西港断裂

F_9：霞阳断裂　　F_{10}：排头-嵩屿断裂　　F_{16}：石胄头-高崎断裂

F_{17}：濠头-塔头断裂　　F_{18}：海沧南-钱屿断裂

图 4.1-2　近场区地震构造图

①厦门西港断裂（F8）

该断裂展布在厦门西港海域，在卫星照片上线性构造清晰，在猴屿小岛上亦可见到

断层崖，岩石破碎，走向北东20°左右，倾向以南东为主，倾角70～80°。本断裂两侧晚更新世晚期等时地貌面（海拔50m）的分布高程均稳定在同一高度上，没有明显的差异性变化，说明该断裂自晚更新世晚期以来活动性不明显。

根据临近工程的物探、钻探资料分析，该断裂在厦门东渡海域由一组规模较大、断续分布的次级断层组成。其中较大的一条位于主航道附近侏罗纪梨山组与南园组接触带上，断裂带上的挤压变质现象明显，局部岩石呈糜棱状，多个钻孔揭示出构造角砾岩。该断裂对第四系无明显控制作用，浅层人工地震也未显示断错松散覆盖层，未发现全新世活动特征。

②排头—嵩屿断裂带（F10）

该断裂展布在排头-嵩屿连线附近，近平行分布于厦门西港断裂西侧，主要发育于燕山晚期花岗岩和侏罗纪变质砂岩中。其北侧的排头断裂走向北东30～40°，倾向南东，倾角80～90°，长1～2km，由数条小断裂组成，北东向节理裂隙极发育，岩石破碎，山体和海岸线均呈北东方向延伸，未见第四纪活动迹象；其南侧的嵩屿断裂走向北东50～60°，倾向南东，倾角85°，长约2km，断面上见铁锰薄膜厚2～5cm。

根据临近工程的物探、钻探资料分析，该断裂在轨厦门东渡海域由一组规模较大、断续分布的次级断层组成。断裂带附近岩体破碎，风化加剧，局部形成风化深槽，部分钻孔揭示构造角砾岩或碎裂岩。该断裂对第四系无明显控制作用，属第四纪早期断裂。

（2）地层岩性

场区覆盖层主要为近代人工填筑土层（Q_s）、第四系全新统海积层（Q_4^m）、海陆交互相沉积层（Q_4^{mc}）及残积层（Q^{el}）等，厚度及性能变化较大；下伏基岩复杂，岩性多变，海沧侧及滩涂主要为侏罗系上统南园组第二段及第三段火山岩（J_3n）、侏罗系下统梨山组沉积岩（J_1l）及燕山期侵入花岗岩（γ）；厦门岛侧主要为燕山期侵入花岗岩（γ）为主。沉积岩均浅变质，走向与线位斜交，倾向北西，倾角50°～55°，与火山岩呈不整合接触，与花岗岩呈断层接触，下伏于南园组火山岩之下。

根据《厦门电力第三进岛通道迁改缆化土建工程工可阶段勘察报告》，本项目场址范围内地质条件比较复杂，上覆盖层主要为第四系全新统长乐组海积层，主要由淤泥、淤泥质砂、中粗砂、粉质黏土构成，下伏基岩主要为花岗岩、凝灰熔岩、变质砂岩、砂质泥岩及变质石英砂岩等。

（3）水文地质条件

1）地表水及地下水的类型及赋存环境

沿线地表水主要分布在海域、水库或人工湖泊。其中厦门岛内段主要分布在钟宅湾、厦门西海域及筼筜湖，其中钟宅湾、厦门西海域水域面积较广，另筼筜内、外湖水位、水量主要受人为调蓄；海沧区主要分布在东屿村与区政府之间的人工湖泊，其水域面积也较广，水位、水量亦受人为调蓄。另终点段坞堀水库面积不大，主要接受大气降水补给，现用于养殖；湖掘水库处于干涸状态。此外，线路沿线局部地段尚分布有短小季节性溪流（沟渠）。

西海域内按赋存介质，地下水可分为2类：赋存于第四系填土层中的松散岩类孔隙水；赋存于残积层及全、强风化带中的风化残积孔隙裂隙水；赋存于碎裂状强风化带及以下的基岩裂隙水。

2）地下水补给、径流、排泄及动态特征

场区松散岩类孔隙水、风化残积孔隙裂隙水及基岩裂隙水均直接或间接靠海水补给，但补给程度有一定差异。

风化残积孔隙裂隙水除接海水补给外，尚有基岩裂隙水的侧向补给或托顶上渗补给。

大屿出露高程较大的裸露基岩区完全接受大气降水补给，大气降水沿基岩裂隙下渗，汇集形成基岩裂隙水；延伸至低洼地带的基岩构造带中的裂隙水，由于补给区位置高，地下水多具承压性质。

3）岩土层的富水性及渗透性

通过本次勘察钻孔简易抽水试验、室内试验，并结合当地经验，各岩土层透水性及富水性见下表。

表 4.1-1　各岩土层透水性及富水性一览表

岩土编号	岩土名称	地下水类型	渗透系数 K（m/d）		透水性	富水性
			试验值	经验值		
4-1	淤泥	松散岩类孔隙水	/	＜0.001	微	差
4-2	淤泥质黏土	松散岩类孔隙水	0.0002	＜0.001	微	差
4-4	中粗砾砂	松散岩类孔隙水	2.47	5～10	中等	中等
4-6	淤泥质砂	松散岩类孔隙水	1～5	1.0	中等	中等
12-1	全风化凝灰熔岩	风化残积孔隙裂隙水	0.021	0.25～0.5	弱	差
12-2	强风化凝灰熔岩	风化残积孔隙裂隙水	0.16	0.5～1.0	弱	差
12-2-1	碎裂状强风化凝灰熔岩	基岩裂隙水	/	1.0～5.0	中等	中等
12-3	中等风化凝灰熔岩	基岩裂隙水	/	0.5～1.0	中等	中等
12-4	微风化凝灰熔岩	基岩裂隙水	0.11	0.1～0.25	弱	差
17-1	全风化花岗岩	风化残积孔隙裂隙水	0.45	0.25～0.5	弱	差

岩土编号	岩土名称	地下水类型	渗透系数 K（m/d）		透水性	富水性
			试验值	经验值		
17-2	散体状强风化花岗岩	风化残积孔隙裂隙水	0.122	0.5～1.0	弱	差
17-3	碎裂状强风化花岗岩	基岩裂隙水	/	1.0～5.0	中等	中等
17-4	中等风化花岗岩	基岩裂隙水	0.51	0.5～1.0	中等	中等
17-5	微风化花岗岩	基岩裂隙水	/	0.25～1.0	弱	差
19-2	强风化辉绿岩	风化残积孔隙裂隙水	0.008	0.001-0.01	弱	差
19-2	中风化辉绿岩	基岩裂隙水	/	0.5～1.0	中等	中等
19-3	微风化辉绿岩	基岩裂隙水	/	0.25～1.0	弱	差

（4）场地稳定性和适宜性评价

隧道线路处于构造基本稳定区，线路穿越排头-嵩屿断裂带及厦门西港断裂带，断裂影响区域为地质环境薄弱地段，受区域断裂构造的影响，场区局部地段残积土、全～强风化层厚度大，多呈囊状或槽状风化，中、微风化基岩埋藏深，岩体极破碎，风化界面波状起伏，动力地质作用有一定影响，岩石均产生不同程度的变质，场地稳定性较差。

场地稳定性较差，地基土不均匀，地下水对工程建设有较大影响，工程建设适宜性较差，但选择合适的隧道埋置深度、施工工法及采取相应的设防措施后，隧道工程是可以实施的。

（5）地震

厦门地区在现代北西西-南东东向挤压应力场作用下，不断通过断块差异运动释放能量，不太可能积累较大的应变能，发生较大破坏性地震的可能性甚小，因此厦门地区的地震危险性主要来自厦门周围地区的地震影响。自公元963年以来，外围对厦门地区有较大影响的强震共6次，最大影响烈度为7度。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区抗震设防烈度为7度，II类场地基本地震动峰值加速度值为0.15g，思明区陆域段设计地震分组为第三组，其余段（海沧区陆域段及跨海段）为第二组。

4.1.4 水文动力与冲淤环境

以下涉及商业秘密予以删除。

4.1.5 陆域生态环境

项目陆域段起始位置为工业用地，沿线主要为城区，用地现状主要为城区居住及商

业用地、城市道路、港区工业用地等，周边地块植被多为常见城市绿化物种，主要品种包括棕榈、黄杨、黄蝉、刺葵、榕树等，群落结构简单，未发现有珍稀及濒危野生植物资源或有特定保护价值的地带，质量和经济效益不高。由于片区的开发、生产及生活活动，亦未发现有重要野生动物集中栖息与繁衍区域。








图4.1-15　项目沿线绿化物种

4.1.6　海岛生态现状

大屿岛地势东面陡峭，西面有山坳，退潮时西面露出一片滩涂，滩涂上人工种植约0.15km^{2}的红树植物。根据黄晓敏，杨盛昌等（《厦门市大屿岛主要乔木种生态位特征分析》，2019.5）调查结果，大屿有乔木物种数9种，灌木种类17种，草本植物10种，藤本植物8种。其中乔木树种多样性指数：Shannnon-Wiener物种多样性指数为1.26，Margalef丰富度指数为1.44，Simpson指数为0.54，Pielou均匀度指数为0.57，表明岛上乔木植物种类较为简单，分布亦较为均匀。乔木层的优势物种为台湾相思，其次为马尾松、柠檬桉和潺槁木姜子，台湾相思在整个岛上都有分布，多与些树种形成小面积的混交林，如潺槁木姜子在岛屿的中部与台湾相思树混交，而马尾松和朴树在岛屿的南部与台湾相思树混交，台湾相思、潺槁木姜子和马尾松3种树种都能够在较为恶劣的环境中快速生长，是较好的先锋树种。

大屿岛乔木树种多样性较低，植物种类简单，优势种相对明显，林下灌木、草本植物相对较少。因此生态系统较为脆弱，岛上植被一旦被破坏，修复或重建则相当困难，因此海岛开发需要慎重。

4.2 环境质量现状评价

4.2.1 环境空气质量现状

根据《2019年厦门市环境质量现状公报》，2019年我市环境空气质量综合指数2.98，较2018年改善0.08。空气质量优的天数185天，良的数171天，轻度污染天数9天（首要污染物：臭氧7天、细颗粒物2天）。空气质量优良率和优级率分别为97.5%和50.7%，比2018年相比分别下降了4.3个百分点和下降7.6个百分点。

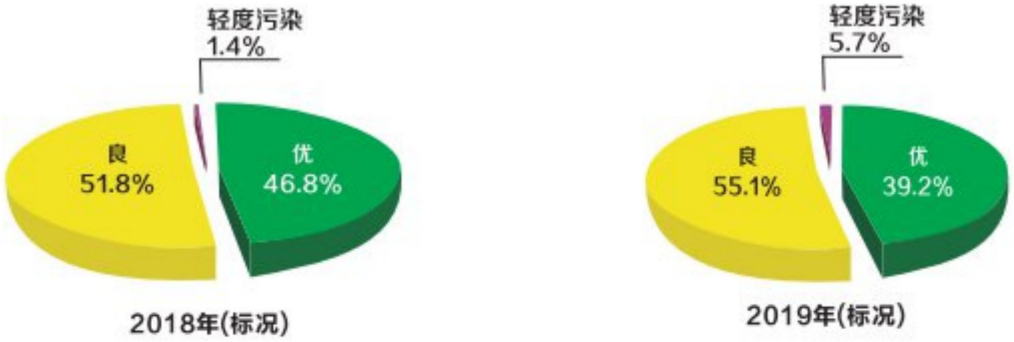


图 4.2-1 2018-2019年厦门市空气AQI级别比例分布图

表4.2-1为2019年厦门市环境空气中主要污染物的达标情况，数据显示，该年度厦门市环境空气中主要污染物二氧化硫SO_2、二氧化氮NO_2、可吸入颗粒物PM_{10}、细颗粒物$PM_{2.5}$、一氧化碳CO95%浓度值、臭氧$O_3$90%浓度值均可符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准要求，城市环境空气质量达标，为达标区。

表 4.2-1 区域环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 mg/m³	标准值 mg/m³	占标率	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	0.006	0.06	10%	达标
NO_2	年平均质量浓度	0.023	0.04	58%	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	0.040	0.07	57%	达标
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	0.024	0.035	69%	达标
CO	24小时平均浓度值	0.8	4.0	20%	达标
O_3	日最大8小时平均浓度限值	0.136	0.16	85%	达标

4.2.2 声环境质量现状

（1）声环境质量整体现状

2019年全市区域环境噪声质量一般，道路交通噪声质量良好，城市功能区噪声达标率略有下降，区域环境噪声污染程度同比保持不变、昼间道路交通噪声污染程度同比均

略有加重。昼间道路交通噪声环境质量良好，平均等效声级为 67.2dB(A)，其中超过70dB(A)路段长为 18.5km，同比减少 10.4km。与 2018 年相比，城市昼间道路交通噪声污染程度同比略有加重。

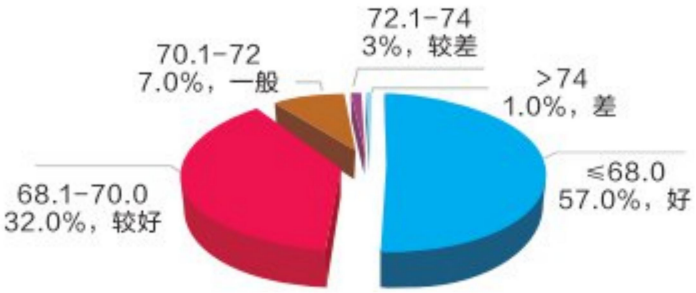


图 4.2-2　2019 年厦门市昼间道路交通噪声暴露在不同等效声级下的路段分布图

城市功能区噪声质量较好，昼间、夜间达标率分别为98.8%、75.0%，同比昼间、夜间达标率均略有下降。

（2）项目周边敏感目标声环境现状

为进一步了解项目周边敏感目标声环境现状，我单位委托厦门威正检测技术有限公司于2019年8月20日~8月21日针对项目周边典型敏感目标开展噪声监测工作，监测点位见图4.2-4。



图 4.2-3　噪声监测点位（海沧区）



图 4.2-4　噪声监测点位（思明区）

①评价标准

项目周边典型敏感目标主要为住宅区及学校，其中部分敏感建筑靠近交通干线，执行4a类标准（昼间≤70 dB，夜间≤55 dB），其余敏感建筑均执行2类标准（昼间≤60 dB，夜间≤50 dB）。

②监测结果

噪声监测结果见表4.2-2。

表 4.2-2　噪声监测结果

检测点位		主要声源	检测结果 Leq		执行标准	达标情况
			昼间	夜间		
京口岩小区▲1#	1 层	交通	56.2	45.2	2 类	达标
	3 层	交通	55.9	45.0		达标
	5 层	交通	55.7	44.8		达标
	7 层	交通	55.6	44.8		达标
岭上▲2#	1 层	交通	54.5	43.9	2 类	达标
	3 层	交通	54.3	43.6		达标
	5 层	交通	54.3	43.5		达标
北京师大厦门海沧附属学校▲3#	1 层	交通	52.5	43.7	2 类	达标
	3 层	交通	52.3	43.5		达标
	5 层	交通	52.2	43.4		达标
未来海岸▲4#	1 层	交通	54.3	44.2	2 类	达标

检测点位		主要声源	检测结果 Leq		执行标准	达标情况
			昼间	夜间		
	3 层	交通	54.0	44.1		达标
鹭江道社区住宅区▲5#		交通	57.6	48.7	4a 类	达标
香港广场▲6#	1 层	交通	58.2	48.5	4a 类	达标
	3 层	交通	57.9	48.2		达标
	5 层	交通	57.6	48.1		达标
	7 层	交通	57.5	48.0		达标
源昌国际城▲7#	2 层	交通	58.5	48.5	2 类	达标
	4 层	交通	58.2	48.2		达标
	6 层	交通	57.8	47.7		达标
	8 层	交通	57.7	47.6		达标
东方时代广场▲8#	2 层	交通	57.9	48.9	4a 类	达标
	4 层	交通	57.6	48.6		达标
	6 层	交通	57.4	48.5		达标
	8 层	交通	57.3	48.4		达标

根据噪声监测结果，各监测点位昼间、夜间噪声值均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）要求，项目周边敏感建筑声环境质量良好。

4.2.3 海域水环境质量现状

以下涉及商业秘密，予以删除。

4.3 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区

4.3.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区简介

1997年厦门市建立省级中华白海豚保护区，并发布了《厦门市中华白海豚保护规定》对中华白海豚自然保护区实行非封闭性管理。保护区范围为第一码头和嵩屿联线以北，高集海堤以南的西海域，以及钟宅、刘五店、澳头、五通四点连线的同安湾口海域，总面积约55km^2。2000年4月经国务院审定，由原中华白海豚省级自然保护区（1997年建）、白鹭省级自然保护区（1995年建）、文昌鱼市级自然保护区（1991年建）联合组建成“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区”。

2015年6月，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理委员会和厦门市海洋与渔业局组织编制的《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》通过了专家评审，2016年2月14日，福建省人民政府于批复了《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》（闽政文[2016]40号）。

根据《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划（2016-2025年）》，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位于厦门海域（地理坐标为117°57’～118°26’E、24°23’～24°44’N）范围内，保护区及外围保护地带面积33088hm^2，其中保护区面积7588hm^2，外围保护地带25500hm^2。该规划期为2016年～2025年，总体规划进一步明确了厦门中华白海豚自然保护区功能区划分，即厦门中华白海豚自然保护区位于第一码头与嵩屿连线以北、高集海堤以南的3500hm^{2}西海域和钟宅、五通、澳头、刘五店四点连线的同安湾口约2000hm^{2}海域；厦门市其他海域为保护区外围保护地带，面积25500hm^2，呈连续分布。鉴于厦门海域海上经济活动频繁，厦门中华白海豚保护区功能区适应性管理措施为实行非封闭式管理；外围保护地带仅对保护物种加以保护。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）范围包括大屿岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂，总面积为217hm^2，实行封闭式管理。其中大屿岛面积17.9hm^2，滩涂面积46.1hm^2；鸡屿岛面积40.1hm^2，滩涂面积112.9hm^2。

本项目与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的关系见图2.6-6。

4.3.2 中华白海豚

本项目下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区。中华白海豚（Sousa chinensis）是一种暖水性的小型鲸类，属国家一级保护动物、世界珍稀、濒危物种（CITES），除了可供人类观赏外，还具有较高的科研价值。自然条件优越的厦门港一带是中华白海豚重要的栖息地，出现在厦门湾的中华白海豚，体长一般为2～2.5m，全身乳白色，腹部及背部有粉红色彩，以成对行动居多。近几十年来，随着沿海经济建设和海洋开发的发展，人为因素对中华白海豚生活环境的干扰加剧，厦门港的中华白海豚数量逐年减少。60年代前中华白海豚经常成群结队地在厦门海域出现的景象已比较少见。

中华白海豚核心范围为第一码头与嵩屿连线以北、高集海堤以南35km^{2}的西海域和五缘湾、五通、澳头、刘五店四点连线20km^{2}的同安湾口海域，总面积约55km^2；厦门市管辖的其余海域为中华白海豚外围保护地带。本项目位于“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区”。

根据《2017年厦门市海洋生态环境状况公报》，2017年开展中华白海豚样线调查1711公里，共发现海豚46群257头次，群体遇见率为1.98群/100公里，个体遇见率为11.07头/100公里，略高于2016年数据。中华白海豚主要分布于厦门西港、漳州港区附近、同安湾口和围头湾。

4.3.3 大屿岛及白鹭

本项目下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（白鹭）中的大屿岛。大屿岛的主要植被是以相思树林、相思树与马尾松混交林为主，并有部分相思树和木麻黄混交林，相思树和柠檬桉混交林；植被的下层为灌木和杂草。大屿岛处于较封闭状态，人为干扰和破坏少，岛上植被得到较好的保护，树木茂盛，滩涂广阔。

厦门通常所称的白鹭实际上是一些鹭类的鸟禽。它们隶属鸟纲鹳形目鹭科。中国有鹭科鸟禽20种，其中以白鹭属的最为珍贵。中国的白鹭属有5个种，即大白鹭、中白鹭、（小）白鹭、黄嘴白鹭和岩鹭。这5个种都曾在厦门有过记录，此外还有夜鹭、池鹭、牛背鹭、苍鹭4种。厦门素以“鹭岛”自称。厦门鹭鸟在种类及数量上都具一定规模。从保护沿海迁徙候鸟看，从我国太平洋沿海地带岛东南亚、澳大利亚一线是亚洲候鸟迁徙的主要路线之一。厦门正位于该迁徙路线上，每年有成千上万的候鸟经过或留下越冬。这为美化厦门环境及开展科研、教学和生态考察提供了极好的条件。但随着经济开发程度的提高，鹭鸟的生活也受到较大的干扰。

据估算，目前保护区内白鹭亲鸟数量保持在四千只左右。大屿岛繁殖的鹭科鸟类的数量基本稳定，鸡屿岛由于其繁殖区正对繁忙的海沧港区，受港区码头灯光、噪声等影响，繁殖数量较少。鹭鸟一般在每年的3月初进入繁殖期，一直持续到8月中下旬才结束。整个过程包括聚集、求偶交配、筑巢、产卵、孵化和育雏。繁殖期结束后鹭鸟进入越冬期。

4.4 周边海域开发利用现状

以下涉及商业秘密，予以删除。

第五章　环境影响预测与评价

5.1　施工期环境影响分析

5.1.1　施工期水环境影响预测与评价

（1）生活污水

项目不设置施工营地，施工人员均不在工地食宿，施工人员可使用周边现有卫生设施，施工期生活污水主要为施工人员洗涤、粪便污水等，主要含 COD_{Cr}、BOD_5 等，污水量约 6.75 t/d，纳入周边市政污水管网，进入周边市政污水处理厂处理。施工场地周边污水处理厂为海沧污水处理厂和筼筜污水处理厂。根据《筼筜污水处理厂三期工程环境影响报告表》及《海沧污水厂提标改造环境影响报告书》，筼筜污水处理厂、海沧污水处理厂出水标准均执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级A 标准。

因此，施工期生活污水可得到相应的处理，对周边环境的影响较小。

（2）施工废水

盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经配套的泥浆处理系统处理后回用，不外排，处理工艺详见 7.1.2 节，分离出的渣土按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015 年修订）进行处理，运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒。

施工场地污水主要包括机械跑、冒、滴、漏的污油，机械及地面冲洗废水等，主要含 SS、石油类等，设隔油沉淀池收集处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）要求后部分回用，少量泼洒场地，含油污泥交由有资质的单位处理。

基坑涌水主要污染物为 SS，各工作井基坑涌水收集后需经过三级沉淀池处理，沉淀池容积应满足水力停留时间在 30 分钟以上，SS 处理达《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值（20mg/L）后可排入市政雨水管网。

综上，落实相关措施后，则施工生产废水对环境的影响较小。

5.1.2　施工期大气环境影响预测与评价

施工期大气污染物主要有施工扬尘，裸露地面扬尘、运输过程中的扬尘。此外，施工车辆、动力机械燃油时排放少量的 SO_2、NO_2、CO、烃类等污染物对大气环境也将有所影响。

5.1.2.1　土方开挖和回填扬尘影响分析

项目土方开挖和回填主要位置为工作井和 2#~3#、8#~9#、10#~11#工作井之间的 3 段明挖段。根据施工的类比调查，扬尘量与土壤湿度、粒径、气候条件、施工方法、施工管理和产尘控制措施有关，一般在风速大于 3m/s 时容易产生起尘。一般来说，施工扬尘源高度一般较低，颗粒度也较大，为瞬时源，污染扩散距离不会很远，一般可控制在施工场所 100m 范围之内，在设置围挡后可控制在更小的范围内，主要对施工人员和施工场地周边的大气环境影响较大。位于上述施工点下风向且距离较近的北京师大厦门海沧附属学校（20m）、温德姆至尊海旅酒店（55m）、东方时代广场（22m）等敏感目标可能受到一定影响，施工过程应强化扬尘防治措施，减小项目土方开挖和回填的扬尘产生量。各个施工点土方开挖及回填过程工期较短，影响时间较短，施工完成后不会对周边大气环境造成持续性影响。

5.1.2.2 裸露地面扬尘影响分析

项目施工阶段扬尘的另一个主要来源是裸露场地的风力扬尘。项目施工场地裸露土地在气候干燥且有风的情况下，会产生大量的扬尘，扬尘量可按堆场扬尘的经验公式计算：

$$Q=2.1(V_{50}-V_0)^3e^{-1.023W}$$

式中：Q—起尘量，kg/t.年；

V_{50}—距地面50m处风速，m/s；

V_0—起尘风速，m/s；

W—尘粒的含水量，%。

起尘风速与粒径和含水量有关，因此减少露天堆放和保证一定的含水量及减少裸露地面是减少风力起尘的有效手段。根据施工场地洒水抑尘试验结果，在施工期间对施工场地实施洒水抑尘，每天洒水 4-5 次，可将 TSP 的污染距离缩小到 20-50m 范围，有效的控制施工场地扬尘。

表 5.1-1 施工场地洒水抑尘试验结果

距离（m）		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度（mg/m^3）	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

粉尘在空气中的扩散稀释与风速等气象条件有关，也与粉尘本身的沉降速度有关。不同粒径粉尘的沉降速度见表 5.1-2。

表 5.1-2　不同粒径尘粒的沉降速度

粉尘粒径（μm）	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度（m/s）	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粉尘粒径（μm）	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度（m/s）	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粉尘粒径（μm）	450	550	650	750	850	950	1050
沉降速度（m/s）	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由上表可知，粉尘的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250μm 时，沉降速度为 1.005m/s，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小粒径的粉尘。位于施工场地下风向且距离较近的北京师大厦门海沧附属学校、温德姆至尊海旅酒店、东方时代广场等敏感目标可能受到一定影响。

5.1.2.3　运输车辆扬尘影响分析

施工期车辆运输产生的扬尘是本工程施工中一个非常重要的扬尘污染源。车辆洒落的尘土的一次扬尘污染和车辆运行时产生的二次扬尘污染均会对环境产生明显不利影响。扬尘的产生量及扬尘污染程度与车辆的运输方式、路面状况、天气条件、车速等因素关系密切。车辆在行驶过程中产生的扬尘，在完全干燥的情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q=0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

其中：Q-汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V-汽车速度，km/hr；

W—汽车载重量，t；

P—道路表面粉尘量，kg/m^2。

在同样的路面条件下，车速越快，扬尘量越大；在同样的车速情况下，路面越脏，扬尘量越大。因此，对车辆限速并保持路面的清洁可减少运输车辆扬尘。项目弃方运输采用封闭式渣土清运车，基本可保证运输过程不洒落，同时保证车辆本身的清洁度，则车辆运输过程对区域扬尘量的增加较小；由弃土方和预制件输送路线可知，本项目运输车辆主要经过厦门市城市干道，路面清洁程度良好，因此车辆行驶过程造成的起尘量较小。

因此，只要在施工运输过程中落实相应措施，则运输车辆扬尘对周围环境的影响是可以接受的。

5.1.2.4　施工机械和运输车辆尾气影响分析

建筑工地上大量使用的施工机械和大型建筑材料运输车一般以柴油为燃料，柴油燃烧产生的尾气中主要含有含有 SO_2、NOx、CO、烃类等污染物。在工程施工期间，要求使用符合排放限值要求的机械设备和运输车辆，一般情况下污染物的排放量不大。工地周边需按照标准设置围挡，在工地内运行的机械废气污染影响范围基本局限于施工工地内，不影响外界区域。

施工期间将导致运输道路沿线汽车尾气排放量有所增加，其中海沧端运输路线交通情况相对较好，污染源流动性强，敏感目标相对分散，车辆行驶过程不会对敏感目标造成持久影响；本岛段工程量相对较小，但经过区域为厦门市繁华地段，因此施工单位需合理安排材料及弃方运送时间，避开交通高峰期和人员流动量较大的时间段，必要的情况下选择夜间运输。另外，要求运输车辆需符合《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB17691-2018）有关规定，减少尾气排放量。

在落实相关要求后，本项目施工机械和运输车辆尾气对周边环境的影响较小。

5.1.3 施工期声环境影响预测与评价

5.1.3.1 陆域声环境影响预测与评价

（1）施工区声环境影响预测与评价

在考虑本工程噪声源对环境影响的同时，仅考虑点声源到不同距离处经距离衰减后的噪声，计算出声源对附近敏感点的贡献值，并对声源的贡献值进行分析。噪声采用导则 HJ/T2.4—2009 推荐的预测模式：

$L_p(r) = Lp(r_0) -（A_{div}+A_{atm}+A_{bar}+A_{gr}+A_{misc}）$

式中： L_W —倍频带声功率级，dB；

A_{div} —几何发散引起的倍频带衰减，$A_{div}=20lg(r/r_0)$，dB；

A_{atm} —大气吸收引起的倍频带衰减，$A_{div}=\alpha（r-r_0）/1000$，dB；

A_{gr} —地面效应引起的倍频带衰减，dB；

A_{bar} —屏障引起的倍频带衰减，dB；

A_{misc} —其他多方面效应引起的倍频带衰减，dB。

根据本项目情况，工作井开挖阶段主要考虑挖掘机、自卸汽车、旋挖钻、挖槽机等主要施工设备的叠加影响，隧道掘进阶段主要考虑挖槽机（明挖段）、三轴搅拌机、顶进设备、混凝土泵、自卸汽车、吊管机等的叠加影响。本工程夜间不施工，仅考虑昼间噪声叠加影响。

（1）海沧区噪声叠加结果

海沧端工作井开挖阶段预测结果见图5.1-1~5.1-2，根据预测结果，未加设声屏障时施工厂界局部出现超标情况，施工厂界外受噪声影响较严重的主要为距离工作井较近的北京师大厦门海沧附属学校（京口校区）和岭上社第一排建筑物，根据敏感目标噪声叠加结果，北京师大厦门海沧附属学校（京口校区）和岭上社噪声将超过2类区标准。在加设声屏障的情况下（根据施工围挡位置进行设置），施工场界基本可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值，施工场地周边主要敏感目标均可符合2类区标准。

海沧端隧道铺设阶段预测结果见图5.1-3，根据预测结果，顶管顶进阶段噪声基本可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值，施工场地周边主要敏感目标均可符合2类区标准。

表5.1-3　海沧端工作井开挖阶段敏感目标噪声预测结果（未加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
未来海岸	50.43	54.30	55.79
北京师大厦门海沧附属学校（京口校区）	63.66	52.50	63.98
京口岩小区	52.87	56.20	57.86
岭上社	61.84	54.50	62.57

表5.1-4　海沧端工作井开挖阶段敏感目标噪声预测结果（加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
未来海岸	46.64	54.30	54.99
北京师大厦门海沧附属学校（京口校区）	57.88	52.50	58.99
京口岩小区	45.98	56.20	56.59
岭上社	55.21	54.50	57.88

表 5.1-5　海沧端隧道铺设阶段主要敏感目标噪声预测结果（未加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
未来海岸	42.61	54.30	54.58
北京师大厦门海沧附属学校（京口校区）	57.77	52.50	58.90
京口岩小区	45.43	56.20	56.55
岭上社	57.23	54.50	59.09



图5.1-1　海沧端工作井开挖阶段噪声预测结果（未加设声屏障）

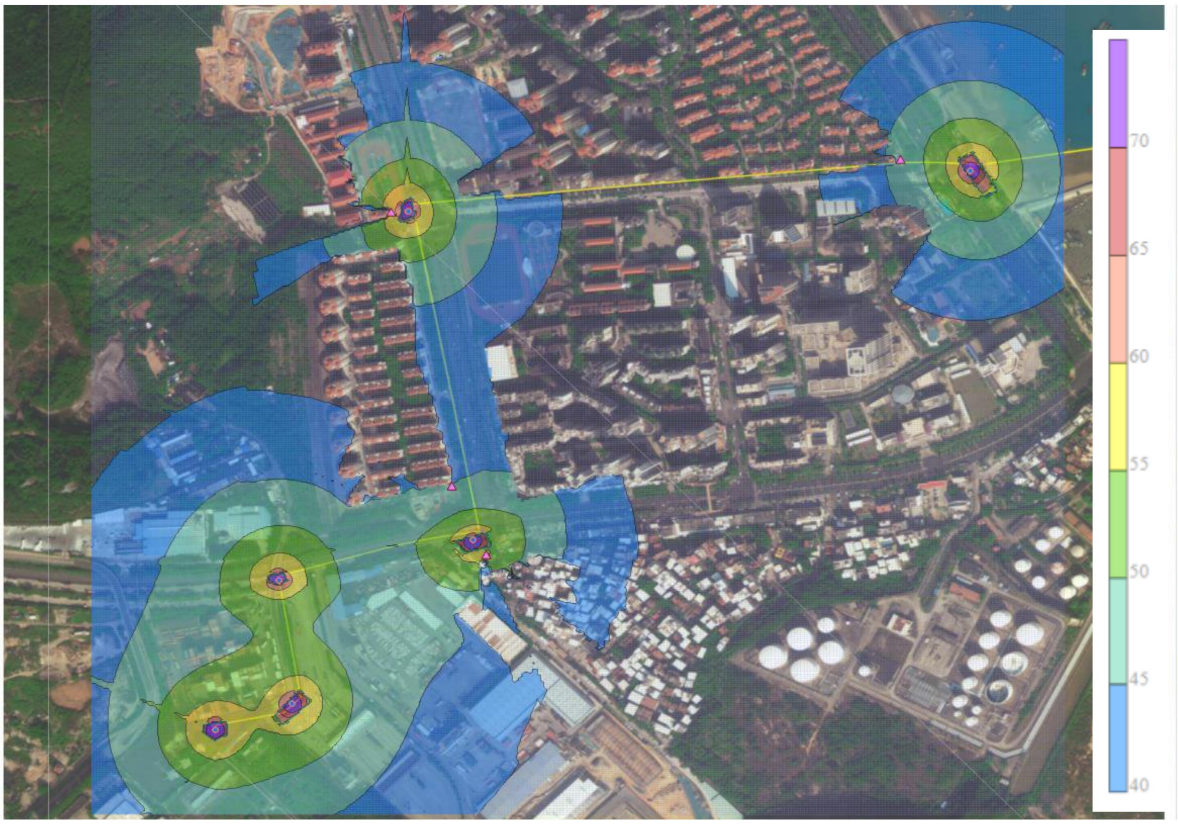


图5.1-2　海沧端工作井开挖阶段噪声预测结果（加设声屏障）



图5.1-3　海沧端隧道铺设阶段噪声预测结果（未加设声屏障）

（2）本岛端噪声叠加结果

本岛端工作井开挖阶段预测结果见图5.1-4~5.1-5，根据预测结果，未加设声屏障时各工作井施工厂界均出现超标情况，思明区施工点周边敏感目标相对较多，东方时代广场、源昌国际城、香港广场、源通中心等距离施工点较近的第一排建筑物受噪声影响较大，根据主要敏感目标噪声叠加结果，源昌国际城、东方时代广场、香港广场、鹭江道社区昼间噪声均超二类区标准。在加设声屏障的情况下（根据施工围挡位置进行设置），施工场界基本可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值，施工场地周边主要敏感目标均可符合2类区标准。

本岛端隧道铺设阶段预测结果见图5.1-6~5.1-7，根据预测结果，未加设声屏障时J10、J11、J12工作井施工厂界，出现超标情况，周边敏感点源昌国际城、东方时代广场、香港广场受到影响昼间噪声均超二类区标准。在加设声屏障的情况下（根据施工围挡位置进行设置），施工场界基本可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值，施工场地周边主要敏感目标基本可符合2类区标准，其中东方时代广场仍略微超标。

表5.1-6　本岛端工作井开挖阶段敏感目标噪声预测结果（未加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
源昌国际城	62.01	58.50	63.61
东方时代广场	62.24	57.90	63.60
香港广场	56.13	58.20	60.30
鹭江道社区	54.91	58.60	60.15

表5.1-7　本岛端工作井开挖阶段敏感目标噪声预测结果（加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
源昌国际城	53.89	58.50	59.79
东方时代广场	54.53	57.90	59.54
香港广场	50.72	58.20	58.91
鹭江道社区	50.62	58.60	59.24

表 5.1-8　本岛端隧道铺设阶段主要敏感目标噪声预测结果（未加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
源昌国际城	62.06	58.50	63.65
东方时代广场	64.82	57.90	65.62
香港广场	56.17	58.20	60.31
鹭江道社区	52.51	58.60	59.55

表5.1-9　本岛端隧道铺设阶段主要敏感目标噪声预测结果（加设声屏障）

敏感目标	噪声贡献值 dB	噪声本底值 dB	噪声叠加值 dB
源昌国际城	54.05	58.50	59.83
东方时代广场	56.43	57.90	60.24
香港广场	50.79	58.20	58.93
鹭江道社区	48.14	58.60	58.97

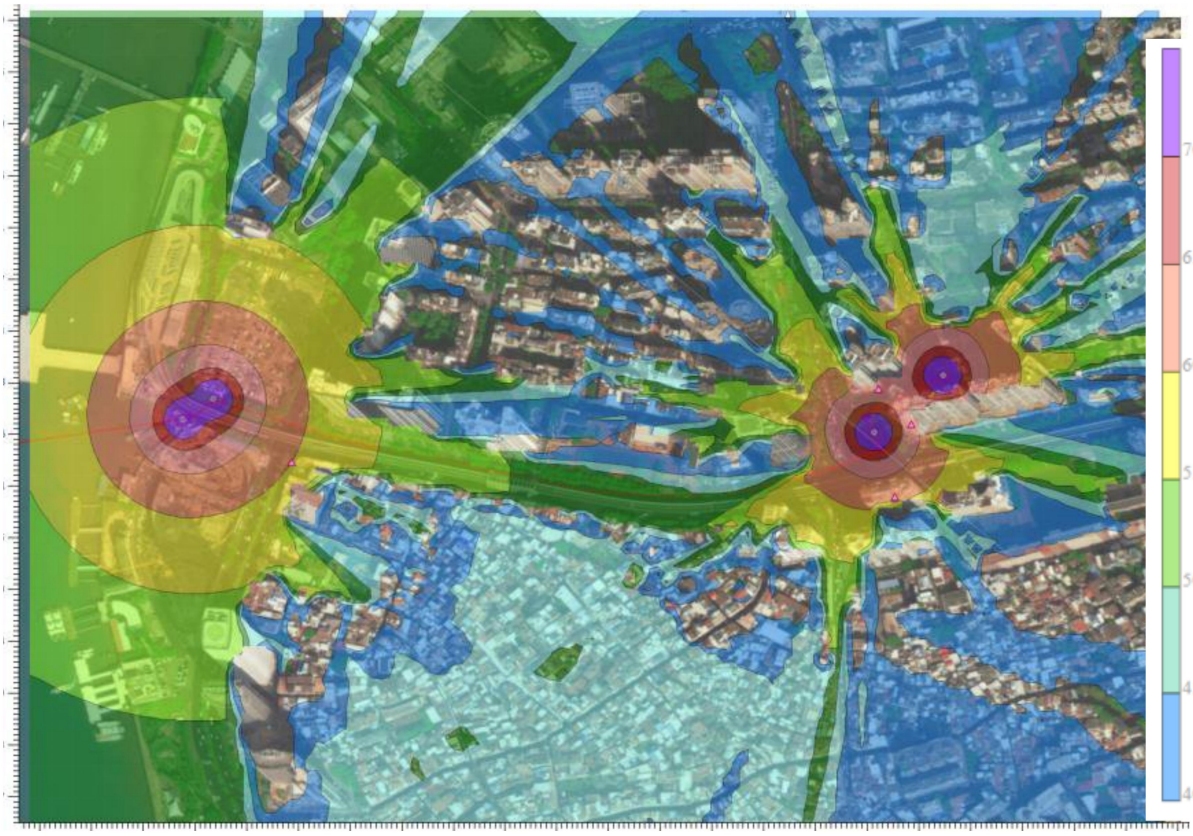


图 5.1-4　本岛端工作井开挖阶段噪声预测结果（未加设声屏障）

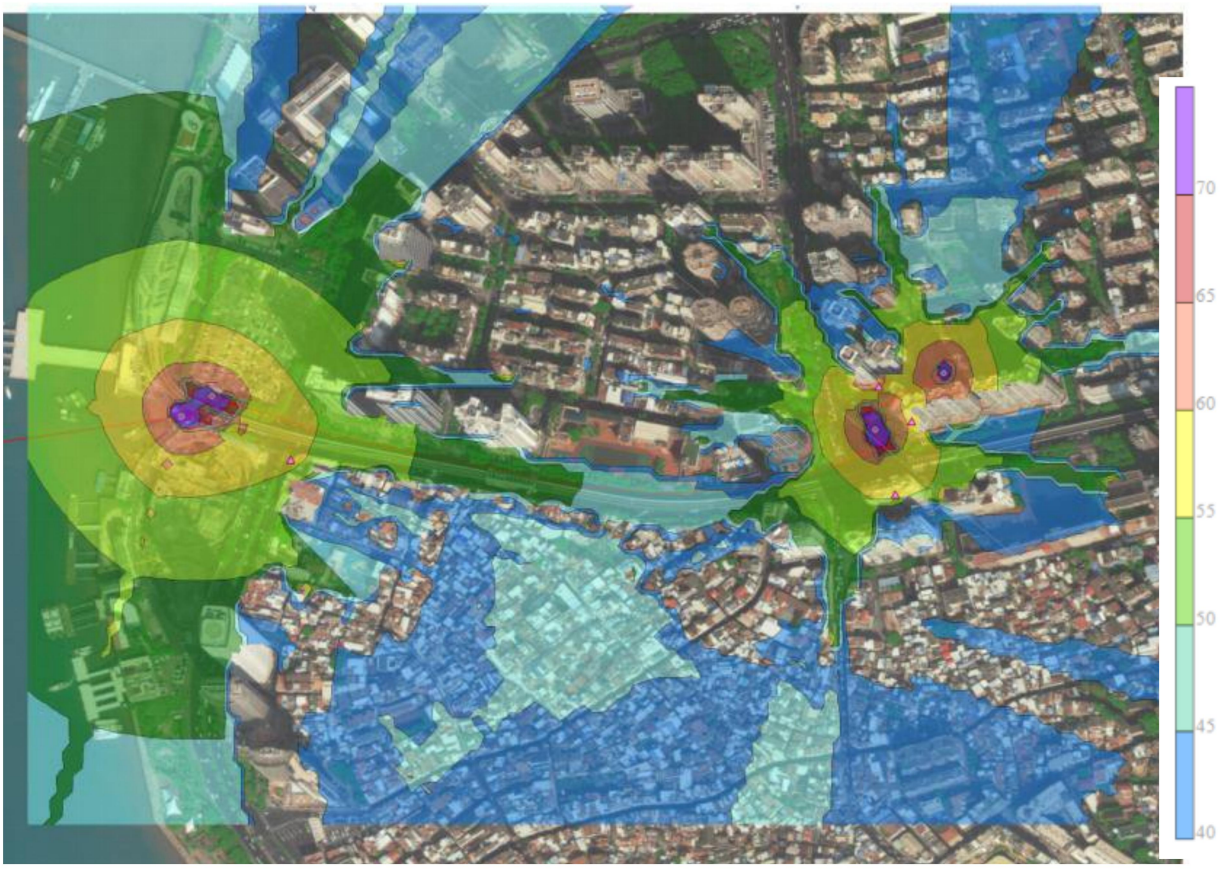


图 5.1-5　本岛端工作井开挖阶段噪声预测结果（未加设声屏障）

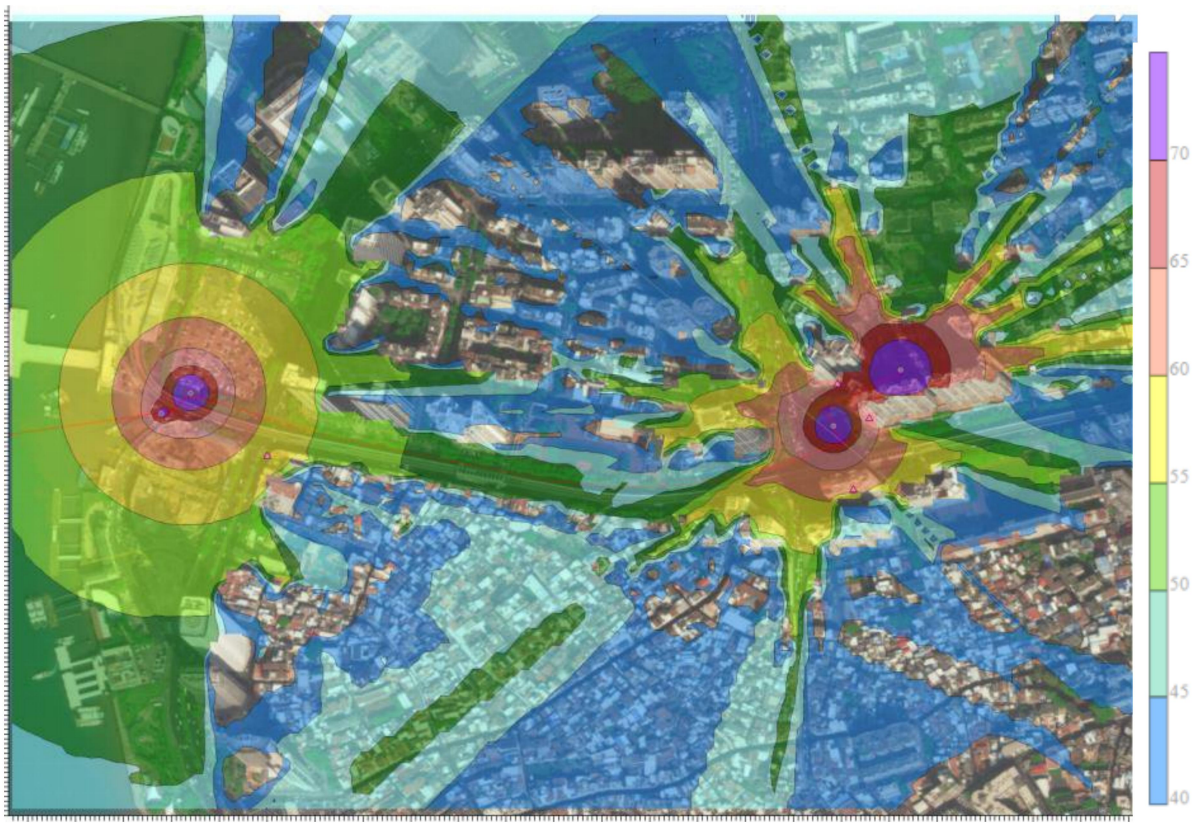


图 5.1-6　本岛端管道铺设阶段噪声预测结果（未加设声屏障）

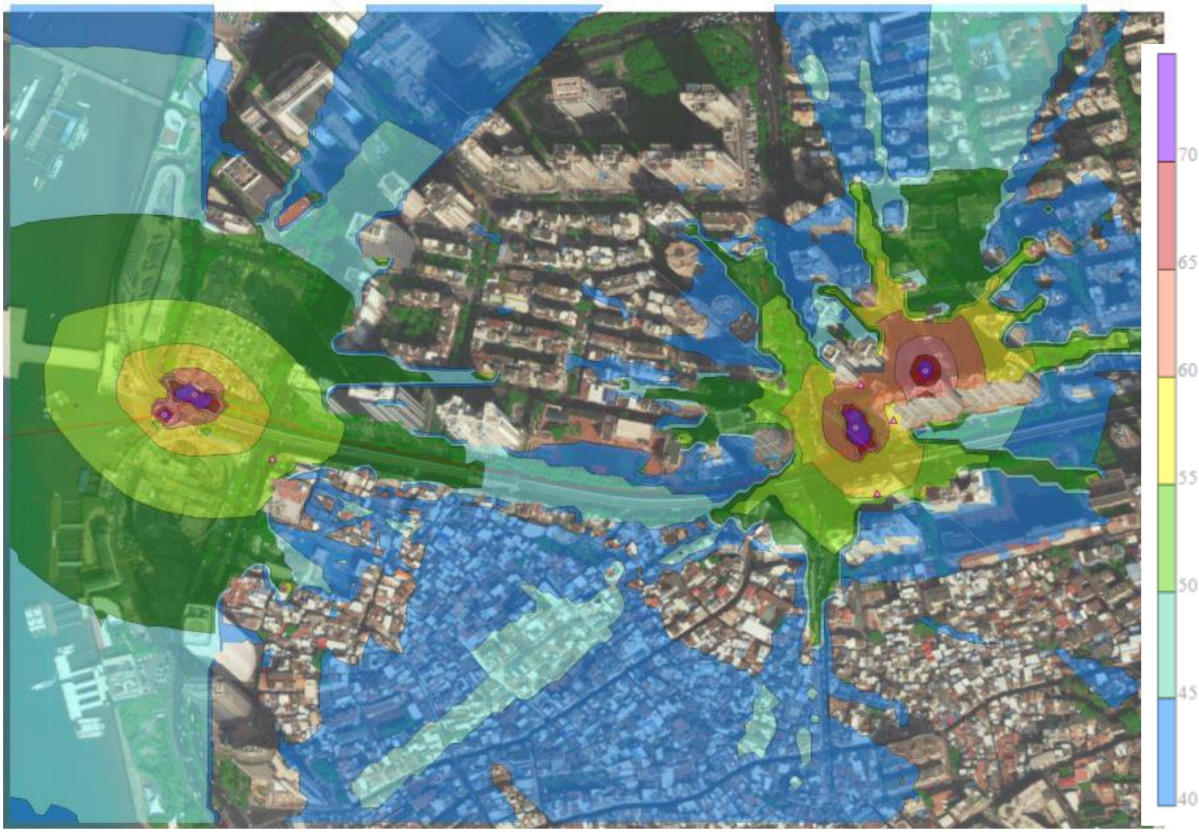


图 5.1-7　本岛端管道铺设阶段噪声预测结果（加设声屏障）

根据预测结果，在未加设声屏障的情况下，各施工阶段均易出现场界及敏感目标超标的情况，在加设声屏障后海沧端各施工点周边敏感目标基本可达到2类区标准，本岛端各施工点周边敏感目标虽基本可达到2类区标准但接近标准限值，其中东方时代广场由于受到J10、J11工作井噪声影响仍存在略微超标的情况，因此施工过程还需进一步采取噪声防治措施。施工噪声是社会发展过程中的短期污染行为，一般受影响公众均能理解。但是作为施工单位应合理地安排施工进度、时间（如避免夜间、午间施工）、施工布置（如尽量远离敏感目标），文明施工、环保施工。选用低噪声、低振动的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，保持其更好的运转，降低施工噪声对环境的影响，尽可能确保周边敏感目标噪声值达标。

（3）交通运输声环境影响评价

施工期间将导致运输道路沿线交通噪声有所增加。本工程运输路线主要为厦门市干道，其中海沧端运输路线交通情况相对较好，污染源流动性强，敏感目标相对分散，车辆行驶过程不会对敏感目标造成持续性影响；本岛段工程量相对较小，但经过区域为厦门市繁华地段，因此施工单位需合理安排材料及弃方运送时间和运送路线，避开交通高峰期和人员流动量较大的时间段，减小本项目交通运输噪声对沿线敏感目标的影响。

5.1.3.2 施工水下噪声影响

（1）水下噪声衰减规律

自然界各种声源的声波在水下的传播具有随距离逐步衰减的规律，引起声波在介质中传播衰减的原因，可归纳为以下几个方面：

①扩散损失，由于声波波阵面在传播中不断扩展而引起的声强衰减（几何衰减）；

②吸收损失，指在均匀介质中，由于介质粘滞，热传导以及其他驰豫过程引起的声强衰减；

③散射损失，在海水介质中，存在泥沙、气泡、浮游生物等悬浮颗粒或物体，以及介质不均匀引起的声波散射和声强衰减；

④边界损失，包括海水上下界面对声波的吸收和反射损失。

原厦门市海洋与渔业局委托厦门大学进行了相关研究，采用射线声学模型从计算机仿真得到的声信号随距离的变化关系（海深 40m，声源处于水下 3m，接收机处于水下 5m），见图 5.1-8 和图 5.1-9。

由图 5.1-8 和图 5.1-9 可以看出，声波随距离的衰减曲线可以分成三部分，一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，

其适用距离的上限可达 20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦，在不同海况下，传播损失的差别很大。

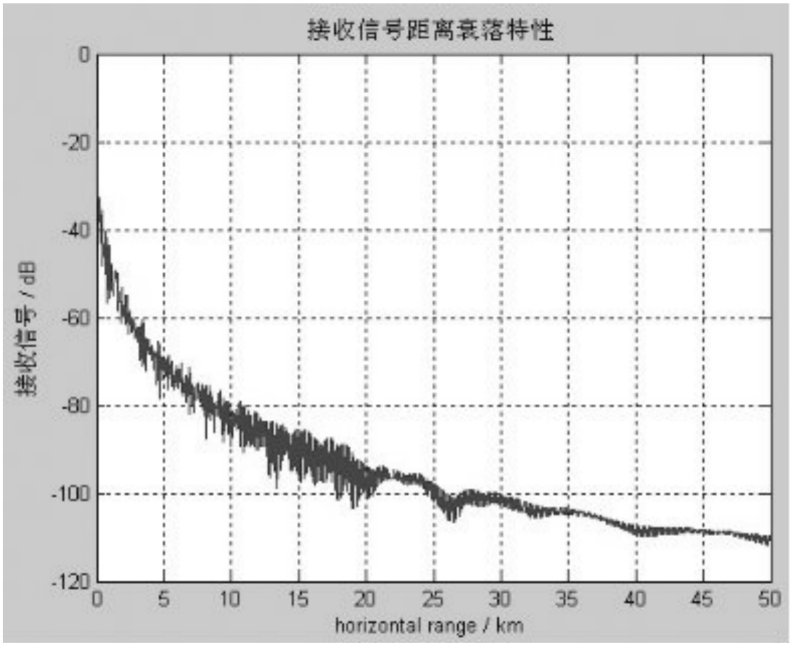


图 5.1-8　海况为 1 级时的传播损失（载频 5kHz）

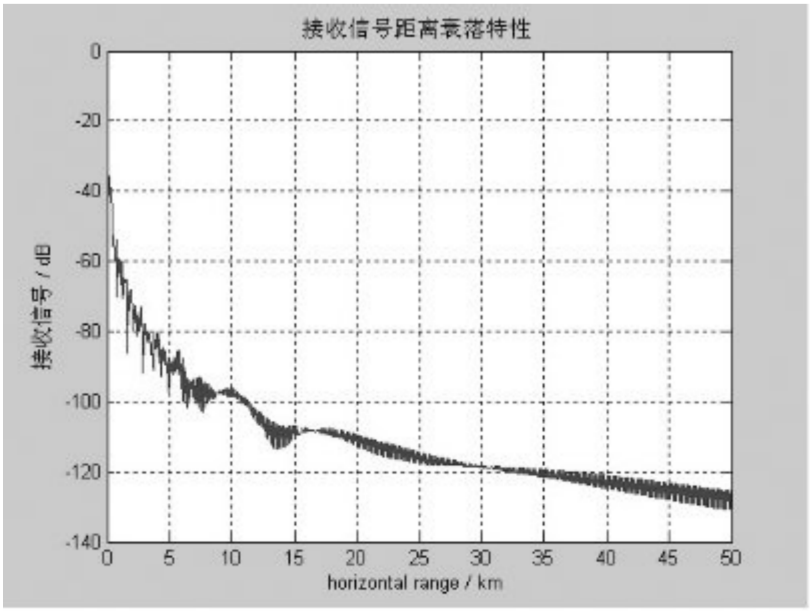


图 5.1-9　海况为 3 级时的传播损失（载频 5kHz）

（2）本项目水下噪声影响分析

本项目海底隧道施工中的主要工程活动包括：土方开挖、结构装修、设备安装等。海底隧道采用盾构法施工。盾构法开挖隧道是一种噪声、振动小的施工方式，是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法。

类比厦门轨道交通2号线一期工程（海底隧道段），与本项目均位于厦门西海域，该工程海域段采用盾构法和矿山法相结合的施工方法，地质分区属V区（滨海堆积区），为第四纪全新统长乐组海积层，隧道覆盖层主要岩性为淤泥、淤泥质砂、中粗砾砂、粉质黏土等，隧道位于海床下12~34m。本工程海底隧道上覆盖层主要为第四系全新统长乐组海积层，主要由淤泥、淤泥质砂、中粗砂、粉质黏土构成，隧道位于海床下9m以下，两工程可进行类比。根据《厦门第二西通道工程海底隧道段施工海洋环境跟踪监测检测报告》，监测到的一般施工活动（如开挖、钻孔）的水下噪声并不高，其均方根值比海洋背景噪声级高近4dB。

本工程海域段不涉及钻孔，因此隧道施工水下噪声对海域环境噪声的增加不高于4dB，对环境的影响较小。

5.1.4 施工期振动影响预测与评价

本项目的海域段施工过程不涉及爆破行为，振动来源仅为盾构机，施工活动主要在海底基床9m以下实施，海底隧道盾构施工钻进作业产生的声波以地震波的形式在固体介质中传播，并通过固液交界面辐射入水中，通过衰减后到达水中后振动强度较小，对海洋生物的影响。因此本项目施工期振动对海洋环境的影响较小。

5.1.5 施工期固废影响

（1）建筑废土

根据《厦门市建筑废土管理办法》（2015年修订）第三条规定，“本办法所称建筑废土，包括建筑垃圾和工程渣土。建筑垃圾是指建设、施工单位或个人对各类建筑物、构筑物、管网等进行建设、铺设或拆除、修缮过程中所产生的弃土、弃料及其他废弃物。工程渣土，是指工程建设过程中平整土地、基础开挖等活动所产生的数量较大的、经处理尚可使用的土方”；第九条规定，“严禁随地倾倒建筑废土。任何单位和个人不得占用绿地、道路堆放建筑废土”，“产生建筑废土50立方米以上的建设单位和个人应在开工前10天向建筑废土管理机构申报建筑废土的种类、数量等事项；建设单位和个人有条件自行安排建筑废土处置场地的，还应提供处置场地红线图、业主同意受纳证明及相关资料”。

本项目施工期产生的建筑材料下脚料、断残钢筋头等建筑垃圾约13t，产生弃方量共173969m^3，少量可利用的部分回收处理，不可回收的部分应该严格按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015年修订）要求进行处置，运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒，不得随意堆放、倾倒。

根据工程位置，本项目建筑废土拟回填至旧海沧中学后石窟回填工程施工场地，见图5.1-1。该石窟为我市现有建筑废土消纳场之一，目前剩余容纳量约为80万m^3，可容纳本项目弃方，弃方运输路线见图5.1-10。根据相关规范要求，工程渣土含水率不得高于40%，落实相关管理要求后，工程建筑废土对周边环境的影响较小。

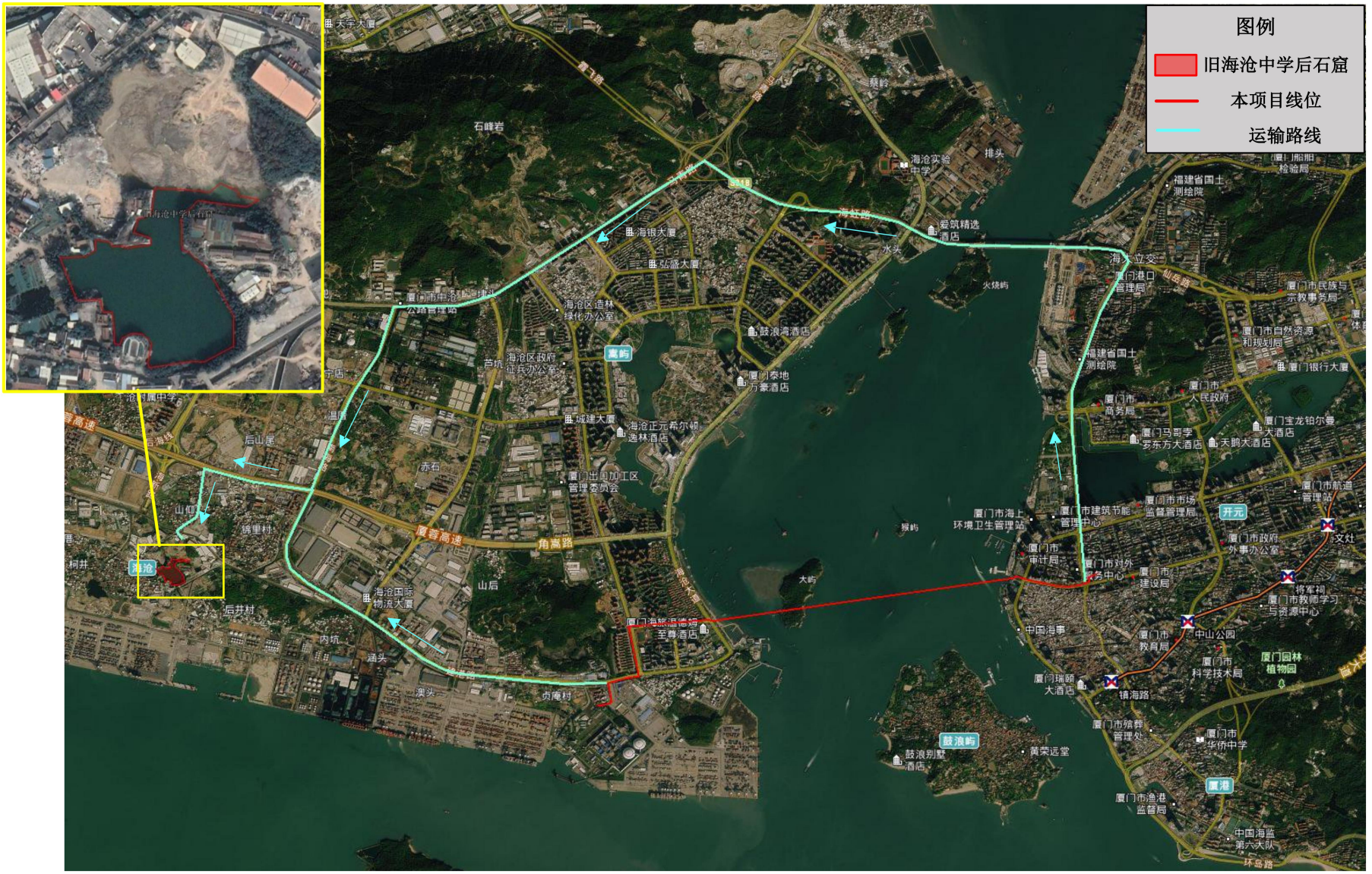


图 5.1-10　本项目与拟回填的建筑废土消纳场位置关系

（2）施工人员生活垃圾

施工人员产生的生活垃圾将伴随整个施工全过程，包括矿泉水瓶、塑料袋、一次性饭盒、剩余食品等。主要成分为有机物，如处理不当将影响景观，在气温适宜的条件下会滋生蚊虫、散发恶臭，对周围环境造成污染。

施工人员生活垃圾产生量约 25kg/d，施工现场应设置密封式垃圾容器，以便于生活垃圾的分类收集和定点存放，由环卫部门负责将生活垃圾及时清运处置，做到日产日清，其对周围环境基本上不会造成不利影响。

5.1.6 施工期生态环境影响

（1）陆域生态环境影响

陆域段隧道覆土保证 1.5 倍洞径，即海沧段 5.4m、本岛段 6.3m，因此除工作井外，主线隧道不会陆上生态环境造成破坏。本工程开挖弃方由土方运输车及时外运，施工场地不设置临时堆土场，尽量减少施工场地占地面积，进一步减小对现有生态环境的破坏。根据表 3.5-4，工作井 J2~J7、J9~J11 施工期需占用现状绿地约 0.8hm^2，主要为市政绿地和绿化带，施工过程造成虽原有绿化植被的破坏，但恢复至原有生态水平较容易。建议施工前期对原有植被尽量进行迁移，在单个工作井区域施工结束后立即进行生态恢复，则可有效减小对生态环境的影响。

（2）对海洋生态的影响

本项目建设对海洋生态的影响主要为对中华白海豚和白鹭的影响。

工程建设对中华白海豚影响主要为施工机械噪声产生的间接影响和施工期对其栖息地的影响。根据6.2.1.1节分析，海底隧道一般施工所产生的总体噪声谱级不高，4kHz频点以上的谱级均在95dB以下，因此，不会对该海域的中华白海豚行为活动产生明显影响。根据6.2.2.2节分析，本工程海底隧道施工振动对浮游生物、底栖生物以及鱼卵仔稚鱼和游泳动物的影响很小，施工期废水、固体废物均进行妥善处理，不会对海域水质和生态环境产生不利影响，因此工程建设对中华白海豚栖息地的影响较小。

对白鹭活动的的影响主要为施工噪声影响。本项目海沧端入海点距大屿岛约为660m，噪声经衰减后较小，大屿岛海底的盾构施工在海床9m以下处进行，噪声通过岩土层及海水传入空气这一过程中衰减较大，因此施工机械所产生的噪声对白鹭的生活、生育习性影响较小，且鹭鸟的习性为白天觅食，傍晚归巢，施工期禁止夜间作业则可有效减小对白鹭正常活动的影响。

5.1.7 施工期环境风险影响分析

（1）隧道塌方、涌水风险

施工中由于海水通过裂隙，特别是断层破碎带对隧道会产生较大压力，可能导致开挖面失稳，将增加发生塌方及涌水的危险性。本项目线路穿越排头-嵩屿断裂带及厦门西港断裂带，断裂影响区域为地质环境薄弱地段，场地稳定性较差。一旦发生大量的塌方或涌水，可能造成严重影响，因此应引起高度重视，工程前期应进一步深化地质勘察工作，并在施工期采取各种必要有效的工程技术措施，加强施工管理，保证施工质量以确保将隧道塌方、涌水的风险降到最低。

海底隧道塌方导致的突水特点及危害可以总结归纳为：①水源补给充足：海底中很多裂隙、断层同海水间是相连通的，一旦坍塌，会形成突水通道，而大海内无尽的海水就是突水水源；②海水压力大：海水压力大，海底隧道施工过程中一旦出现坍塌突水的话，堵水难度会大大增加；③施救困难：海底隧道施工过程中如出现突水事故，事故会造成较大范围影响，因此施救空间小，施救难度大，施救过程中也存在较大危险；④损失巨大：海底隧道施工中一旦出现突水事故，后果将是灾难性的，不仅会带来巨大经济损失，严重甚至会危及施工人员生命安全，导致海域自然环境的破坏。

（2）通航安全

根据《厦门电力与清水进岛隧道土建工程通航条件影响评价报告》，本项目海域段建设对航道内水流、航道海床冲淤演变、现有航道布置、助航设施及航道日常维护、疏浚作业基本没有影响，隧道埋深可满足过往船舶应急抛锚入土深度，且隧道所在海域多年来海床处于略淤积状态，可不再设置应急抛锚防护措施。

5.2 营运期环境影响分析

5.2.1 营运期水环境影响预测与评价

营运期生活污水产生量约为0.324t/d，生活污水排入周边市政污水管网，纳入海沧污水处理厂处理。海沧污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级A标准，营运期生活污水可得到合理的处理。

5.2.2 营运期固体废物环境影响预测与评价

营运期固体废物为管理人员生活垃圾，产生量约为2.0kg/d。生活垃圾分类后由环卫部门统一清运，对周边环境的影响较小。

第六章　对自然保护区中华白海豚和白鹭的影响

本项目评价范围内涉及厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区。根据福建省人民政府2016年2月14日批复的《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，项目位于中华白海豚保护区及白鹭保护区，距离黄厝文昌鱼保护区约9.2km。

根据农业部《建设项目对水生生物国家级自然保护区影响专题评价管理规范》（农渔发[2009]4号），环保部等十部委发布《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（环法[2015]57号）及《国务院办公厅关于做好自然保护区管理有关工作的通知》（国发办[2010]63号）等文件要求，本项目对国家级自然保护区中华白海豚的影响需要编制专题报告，报农业部渔业渔政管理局审查。

本章节内容引用《厦门电力进岛第三通道迁改缆化土建工程对中华白海豚及栖息地影响专题评价报告》（报批稿）的相关内容，从环境保护的角度，对本项目对自然保护区内的中华白海豚和大屿岛的鸟类所造成的影响进行环境影响评价。

6.1　工程建设对中华白海豚影响分析及保护措施

6.1.1　厦门海域中华白海豚现状调查与评价

以下涉及商业秘密，予以删除。

6.1.2　施工期对中华白海豚的影响评价

本工程位于厦门中华白海豚重要栖息地海底基床以下，位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）海底基床以下。工程建设对中华白海豚活动的影响主要为施工机械水下噪声等行为对中华白海豚的活动产生的间接影响。

6.1.2.1　施工期噪声对中华白海豚的影响评价

（1）水下噪声对中华白海豚行为影响

在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化、以及回避和迁移行为等。

水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化，中华白海豚可以通过增加发声次数、增大声信号的幅值或持续时长等方法，克服水下噪声对声信号的干扰和屏蔽效应。中华白海豚（海豚）可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应（Weilgart, et al, 2007）。

由于高频噪声传播衰减大，因此噪声能量在传播一定距离后，主要分布于较低的频

段。对中华白海豚不同发声行为的影响分析如下：

①对中华白海豚的 click 信号的影响：中华白海豚的 click 信号的频率高（峰值频率为 100kHz 左右），click 声信号的峰值频率远高于打桩脉冲的主要声能频段，且中华白海豚发出 click 探测信号的重复周期远高于打桩的重复周期，因而打桩噪声对 click 的干扰相对较小。

②对中华白海豚的 burst pulse 信号的影响：由于中华白海豚所发出的应急信号（burst pulse）主要集中在中、低频段（如 15kHz 左右），因此对中华白海豚所发出的 burst pulse 声信号的相当一部分能量将造成掩蔽。

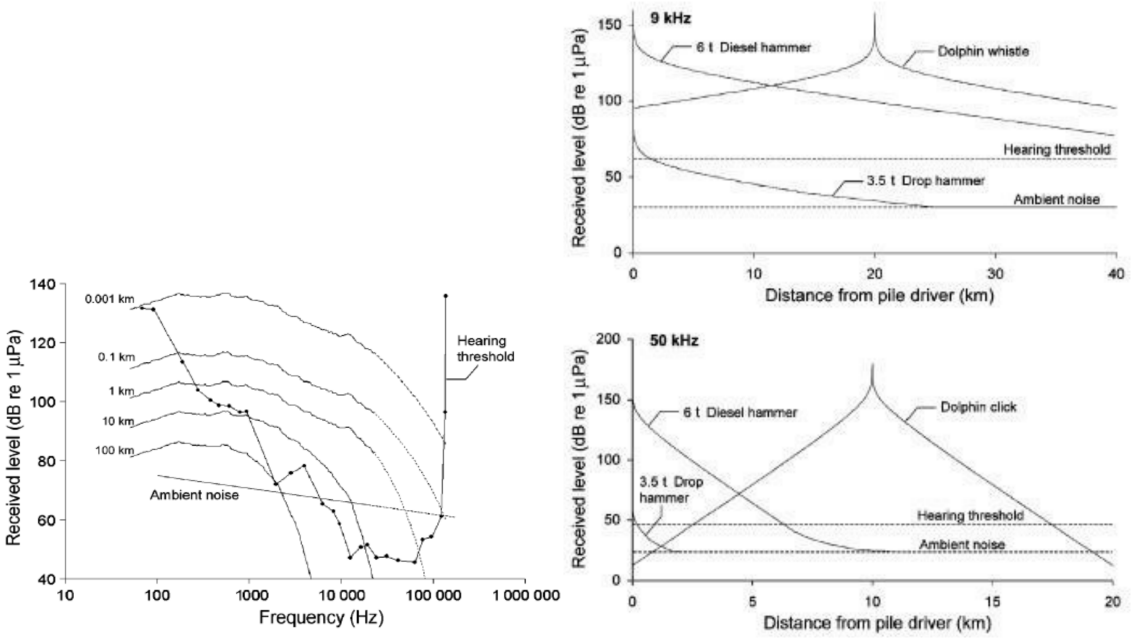


图 6.1-10　打桩噪声与瓶鼻海豚听阈比较及海豚声信号掩蔽范围比较

③对中华白海豚的 whistle 信号的影响：由于中华白海豚的 whistle 信号较低（3~8kHz 左右），打桩噪声的掩蔽性较强，几乎可以将 whistle 的主要声频完全覆盖，对中华白海豚的群体活动的交流声信号造成严重干扰。David（David J. A. ,2006）对瓶鼻海豚（宽吻海豚）对打桩噪声的敏感度和发声掩蔽性进行了分析。其分析结果表明：对于 20inch（约 0.5m）直径钢管桩，其打桩声源级为 150dB re 1μPa，但该打桩噪声在 40km 以外就能够对宽吻海豚的声信号产生屏蔽；而打桩噪声在 9kHz 频段上对海豚的较强的声信号的掩蔽范围也可达 10～15km，但随着频率增大，50kHz 则缩减到 6km，115kHz 则缩减到 1.2km；如图 6.1-10，左图为宽吻海豚的听阈曲线与打桩噪声功率谱的比较图，画出了在不同距离时噪声功率谱级与听阈的对比；而右图则是噪声传播与海豚声信号传播的比较图，其中 9kHz 对应 whistle 声信号，50kHz 对应 click 声信号，作者假定海豚发出信号

与打桩噪声声源的距离为 20km，按照相同的扩散衰减曲线衰减，两曲线的交汇处即为声信号屏蔽的可能范围。

（2）水下噪声对中华白海豚听觉影响

遮蔽效应指的是由于噪声的存在导致的听力阈值增加。（Johnson et al,1989）指出，当噪声的频谱范围和受影响声音出现重叠时，遮蔽效应特别明显。对于鲸豚类动物，遮蔽效应的一个主要的危害在于使其目标探测能力和个体间相互通信的效果大大降低。

听力损失可分为暂时性（TTS）和永久性（PTS），造成听力损失的程度与水下噪声的频谱特性、强度持续时间、占空比（恢复时间）等特性有关。Ridgway 等人（1997）通过对四只瓶鼻海豚和两只白鲸的研究表明：视信号频谱特性的不同，在 192～201dB/re 1μPa 的声压级下海豚出现可被测得的暂时性听力损失，两只白鲸则分别在 201dB/re 1μPa 和 198dB/re 1μPa 的声压下出现 TTS。另外，Au 等人（2000）的研究表明：鲸豚动物自身也可通过调节探测和通信所用声音的频段和强度来抑制水下噪声导致的遮蔽效果。

行为模式改变、躲避：Malme 等人（1993）的研究表明，在 164dB/re 1μPa 的声压下，10%的灰鲸表现出躲避行为，在 170dB/re 1μPa 和 180dB/re 1μPa 声压下躲避率则分别为 50%和 90%。此结果与 NMFS 确定的鲸类 180dB/re 1μPa 安全门限相吻合。

紧张：长期暴露在水下噪声下还将导致鲸豚动物长期处于高度紧张状态，造成心率加快(Andrews et al.1997)和大量的荷尔蒙分泌(Miksis et at. 2001)。Richardson 等人（1995）及 Gordon 等人（1992）的研究表明：鲸类通常通过适当的下潜和上浮节奏进行规律呼吸和肌肉松驰保持良好的生理能量平衡，而水下噪声将造成海豚或鲸正常的行为模式被破坏，引起下潜行为的提前和水面呼吸时间的缩短、游速加快，这将导致更多的能量耗费，影响各器官机能和健康水平，长期的行为节奏被破坏还将造成内分泌失调和免疫力下降。这种影响对潜水深度大的鲸、豚动物更为明显。B.Wursig 等人（2000）在研究中观测到了桩基施工噪声造成附近海域中华白海豚的游速明显加快。

（3）海底隧道施工作业噪声对中华白海豚的影响分析

海底隧道施工中的主要工程活动包括：土方开挖、结构装修、设备安装等。

厦门大学“东通道海底隧道施工爆破水下噪声监测项目”课题组对海底隧道的一般施工活动进行了水下噪声监测。图 6.1-11、图 6.2-12 分别为 2008 年 9 月 10 日在翔安隧道施工海域施工期一般施工活动时在水深 5m 和 10m 处（靠近海床面）所测到的水下噪声谱级（海区水深 12m）。

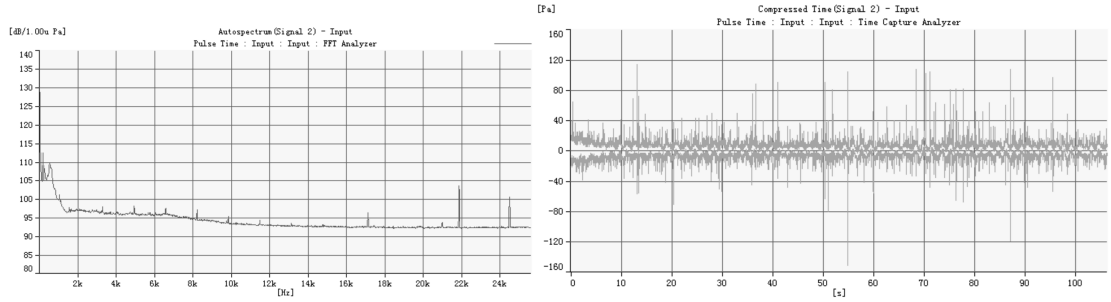


图 6.1-11　施工海域水深 5m 水下噪声时域及频域图

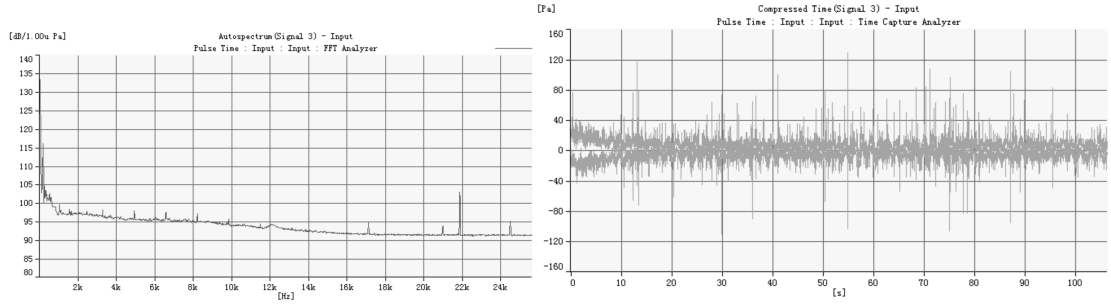


图 6.1-12　施工海域水深 10m 水下噪声时域及频域图

表 6.1-4　海底隧道施工期不同水深处的噪声谱级分布

频率（kHz） 噪声谱级(dB)		1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
深度(m)	5	100	97	96	96	95	94	93	93	93	93	92	92
	10	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	92	92

海底隧道一般施工活动，如土方开挖、结构装修、设备安装等所产生的水下噪声谱级不高，4kHz 以上的噪声将比原海洋环境背景噪声提高 5~10dB，在 0~25kHz 的频率范围上出现多条线谱。但一般施工所产生的总体噪声谱级不高，4kHz 频点以上的谱级均在 95dB 以下，因此，不会对该海域的中华白海豚行为活动产生明显影响。

6.1.2.2　施工期振动对中华白海豚的影响评价

目前的研究中，由于海底振动的监测较为困难，一般海底振动的强度仍然以噪声强度的结果进行测算，本项目海域段施工过程不涉及爆破行为，振动来源仅为盾构机，施工活动主要在海底基床9m以下实施，海底隧道盾构施工钻进作业产生的声波以地震波的形式在固体介质中传播，并通过固液交界面辐射入水中，通过衰减后到达水中后振动强度较小，本工程海底施工的振动强度均在90dB以下。因此，本项目施工期振动对中华白海豚的影响较小。

6.1.2.3　施工期对中华白海豚栖息地影响评价

施工期对中华白海豚栖息地的影响主要从生态环境整体的角度出发，考虑工程对海

域水文、海洋生态（浮游生物、底栖生物、渔业资源）等生境要素的影响给中华白海豚活动及觅食带来的间接影响。

本项目的海域段施工活动主要在海底基床下实施，隧顶最小海床覆盖层厚度不小于9m，与一般的水下施工直接位于海水中不同。海底隧道施工对海域生态环境的影响主要是隧道盾构施工钻进作业产生的声波以地震波的形式在固体介质中传播，并通过固液交界面辐射入水中对海洋生物造成影响。

水下声环境敏感目标主要为水中的鱼类和海洋哺乳动物。鱼类及海洋哺乳动物经过长时期的演变，形成了一套水动态-声音感知系统，使得其感知不可识别的扰动和水下声音的格局以进行捕食、躲避掠食动物或躲开障碍物。鱼类水下感声器官为侧线、膘及内耳，研究表明声音压力的高低变化会使膘发生收缩或膨胀变化，超过一定压力便可使膘胀破，此外肝、肾等器官也可能受水下噪声影响而发生损伤。

表 6.1-5　水下噪声影响范围

噪声频率	水下噪声影响范围
>400 Hz	20000m
100-400 Hz	10000m
80 Hz	5000m
31-50 Hz	2000m
20-25Hz	1000m

在各种频率的噪声中，低频噪声尤其 10-200Hz 的噪声对鱼类影响最为明显。根据 Qinetiq 的研究，噪声传播距离随频率降低而减小，见表 6.1-5。

不同鱼类在不同声压级条件下会产生不同的反应，类似于人类听力听阈和痛阈，不同鱼类也具有其特定的听觉阈值，包括：

①Absolute hearing threshold（AHT）：鱼类能感受的阈值；

②Awareness reaction threshold（AWRT）：鱼类出现生理反应的阈值。

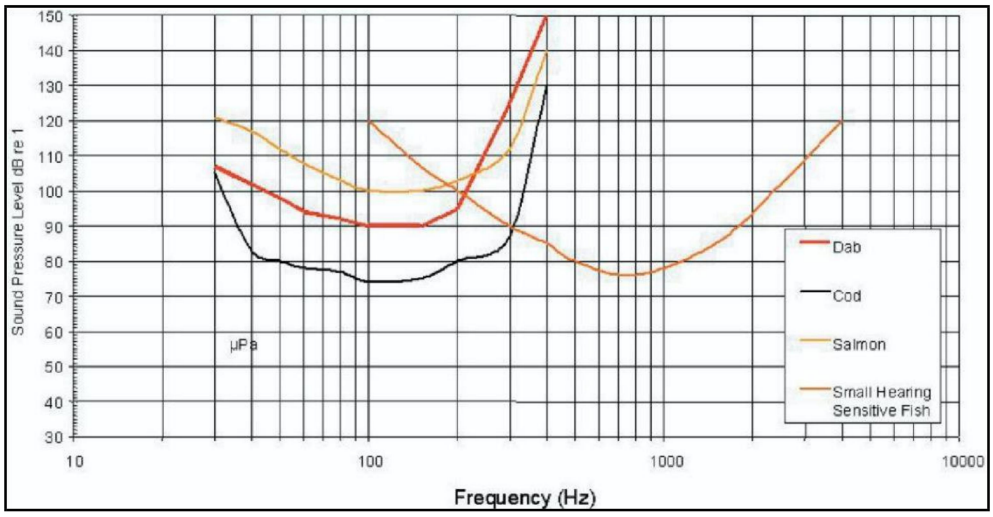


图 6.1-13　部分鱼类 AHT 值

图6.1-13给出了几种鱼类的 AHT 值。试验和研究证明，当水域声压值大于 AWRT 时，鱼类会逃离该水域，而仅当鱼类长时间、连续性暴露在远高于 AWRT 声压条件下，噪声才会对鱼类身体器官造成影响，并出现鱼类昏迷和死亡的现象。

由图6.1-13可见，工程施工产生的 100Hz 噪声对于鱼类的 AHT 值（鱼类能感受的阈值）一般在 80~100dB/1μPa，而研究表明，AWRT 值（鱼类出现生理反应的阈值）一般远高于 AHT 值，对于不同鱼类一般在 150~180dB/1μPa。

类比翔安隧道施工期的监测结果，有效声压级超过 169dB 时可能造成局部海域石首鱼科鱼类伤亡，但其他科属的鱼类死亡率较低。而本工程海底隧道为盾构施工，施工不涉及爆破行为，海底隧道一般施工活动，如土方开挖、结构装修、设备安装等所产生的水下噪声谱级不高，总体噪声谱级均在 100dB 以下，远低于 169dB。因此，工程施工期对中华白海豚饵料的影响较小。

此外，本工程施工生活污水拟纳入市政污水管网，施工生产废水均妥善处理，施工期固体废物妥善收集与处置，不会对海域水质和生态环境产生不利影响，所以工程对海洋中华白海豚栖息地的影响较小。

6.1.3　中华白海豚保护措施

（1）在进行海域段施工之前，建设单位应向保护区主管部门申报施工方案和中华白海豚保护方案，获批准后方可开展海域段施工。

（2）在施工中落实岗位责任制，制定中华白海豚应急救护预案。加强对施工场地附近中华白海豚活动的监视，施工前和施工过程中均要有专人负责瞭望，海底作业期间可

在工程轴线两侧 500m 范围内各安排两艘中华白海豚观测船（300m、500m 各一艘），当在该海域发现中华白海豚时，应暂时停止海底隧道的盾构作业。同时，定期将观测情况报送主管部门。

（3）海域段施工应避开中华白海豚在西海域频繁出现的冬春季和繁殖季节（3月~6月）。

（4）制定中华白海豚应急救护预案，连同施工组织方案在施工前报送保护区管理处备案。施工中一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配合保护区主管部门和厦门濒危物种保护中心采取应急救助措施。

6.2 工程建设对厦门鹭科鸟类的影响分析及保护措施

6.2.1 工程建设对白鹭等鹭科鸟类的影响

本项目海沧端入海点距大屿岛约为 660m，施工机械所产生的噪声对白鹭的生活、生育习性影响较小，根据测算，在距离施工区 200m 处的噪声值已衰减至 70dB 以下，因此对大屿岛的声环境影响不大。大屿岛海底的盾构施工在海床 9m 以下进行，噪声通过岩土层及海水传入空气这一过程中衰减较大，对海面以上声环境影响较小，因此，施工机械噪声对大屿岛白鹭等鹭科鸟类及其生境的影响较小。但由于鹭鸟的生活规律为早出晚归，大部分鹭鸟白天觅食，傍晚归巢，因此施工期要严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的有关规定。由于鹭鸟的生活规律为早出晚归，大部分鹭鸟白天觅食，傍晚归巢，若夜间施工，不仅施工机械噪声对白鹭会产生一定的影响，施工场的强光照也会影响白鹭等鹭科鸟类的正常夜栖，虽然目前暂无光照强度和光照持续时间对白鹭等鹭科鸟类影响相关的具体数据，但根据自然保护区多年的监测结果，在白鹭等鹭科鸟类栖息地周边的光照将会导致白鹭等鹭科鸟类逐渐迁离，因此，施工期应禁止夜间作业。

6.2.2 白鹭等鹭科鸟类保护措施

（1）涉及到大屿岛的施工在海底进行，岛上无施工行为。施工期应严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的有关规定，禁止夜间施工。

（2）施工机械尽量采用噪声较小的液压设备。

6.3 保护区生态补偿措施

生态补偿机制是以保护生态环境、促进人与自然和谐发展为目的，根据生态系统服

务价值、生态保护成本、发展机会成本，运用政府和市场手段，调节生态保护利益相关者之间利益关系的公共制度。保护区生态补偿是中央和地方各级人民政府为保护保护区的生态环境，综合运用行政手段和市场手段对保护区的生态保护成本与受影响主体的经济损失予以合理补偿。

由于本建设项目所在海域为厦门中华白海豚重要栖息地，位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区海底基床以下，虽然本项目施工建设不会对中华白海豚及生境造成直接伤害，但工程施工期间水下施工噪声可能会对中华白海豚的活动空间及摄食和社交等行为产生一定影响。为妥善处理保护与发展的关系，尽可能减轻工程对中华白海豚的不利影响，本项目有必要对中华白海豚及其生境进行生态补偿。

目前，对重点保护物种及其栖息地的生态补偿尚没有成熟的实施方案和管理办法，实践中不少是估算工程对生态环境的破坏程度及参考投资额来确定，根据本工程的特点及影响，经与主管部门和建设单位沟通协商，建议生态补偿如下：

表 6.3-1　生态补偿措施

序号	项目	内容	金额（万元）
1	项目建设对栖息地环境影响跟踪监测	于项目建设施工期在工程邻近海域开展水质、沉积物、生态跟踪监测，以了解和掌握项目建设对主要保护物种栖息地环境的影响。	70
2	厦门湾中华白海豚栖息地生态需求、生态功能区划研究，并进行厦门中华白海豚保护经验系统分析总结	(1)厦门湾中华白海豚对栖息地环境的生态需求深入研究(厦门湾中华白海豚船舶观测全年不少于 120 天)。了解当前厦门中华白海豚核心栖息地环境因子特征,弄清中华白海豚偏好的环境因子，以及驱动和限制中华白海豚对栖息地选择的环境因子作用机制； (2)开展中华白海豚栖息地生态功能区划研究，弄清厦门湾中华白海豚重要的摄食区、繁育场所、迁移路线等具有不同生态功能的中华白海豚栖息地，进而制定具有针对性的保护措施。 (3)厦门市政府及相关主管部门在中华白海豚的保护与管理中投入了大量的人力和物力，取得了令人欣喜的成绩。在全国范围内，厦门是唯一在城市中就能见到中华白海豚的城市。厦门在中华白海豚的保护工作中有许多宝贵经验和技术值得归纳、分析和总结。此基础上,可形成厦门中华白海豚保护与管理的关键技术，在全国范围内推广。	140
3	创新中华白海豚文昌鱼及栖息地保护宣传手段，加大野生动物保护宣传，创造良好社会环境	创新中华白海豚文昌鱼及栖息地保护宣传手段，加大野生动物保护普法宣传力度,提高全社会野生动物保护意识，引导社会公众树立科学文明的饮食观,摈弃滥食野生动物陋习，彻底铲除野生动物非法交易的生存土壤，形成全社会保护野生动物的良好氛围	50
合计			260

第七章　环境保护措施及可行性论证

7.1　施工期环境保护措施

7.1.1　施工期大气污染防治措施

（1）工地周边应设置符合《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ146-2013）中要求的围挡，定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施，减少扬尘对周边环境的影响。施工完成后应及时对临时施工场地进行生态恢复。

（2）在进行基坑开挖、土方回填、渣土及建材装卸和运输等易产生粉尘的作业，应当采取喷雾等方式降尘。

（3）回填工作宜连续进行，土方运输达到后及时铺填碾压，有效节约工期，减少扬尘扩散时间。密切关注天气变化，遇到四级以上大风天气尽量不进行土方开挖和回填工作。

（4）使用污染物排放较小的先进施工机械设备和运输车辆，施工机械需符合《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）中第四阶段标准，运输车辆需符合《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB17691-2018）要求，且使用符合《车用柴油（VI）》（GB19147-2016）要求的清洁燃油，减少尾气排放对周边环境的影响。

（5）尽量选择对周围环境影响较小、敏感目标少的运输路线，合理安排运输时间，避开交通高峰期和人员流动量较大的时间段。对环境要求较高的区域，应根据实际情况选择在夜间运输，减少扬尘对人群的影响。采用封闭式渣土清运车，严禁超载，保证运输过程中不散落，如果运输过程中发生洒落应及时清除，减少二次扬尘污染。运输车辆需及时清洗车辆，保持车身及车轮干净，不带泥沙上路。

7.1.2　施工期水污染防治措施及可行性分析

（1）本项目不设置施工营地，施工人员生活污水纳入周边市政污水管网，进入周边市政污水处理厂处理。施工场地周边污水处理厂为海沧污水处理厂和筼筜污水处理厂。筼筜污水处理厂处理工艺采用组合式高效沉淀池+前置反硝化（BIOFOR）生物滤池工艺，海沧污水处理厂处理工艺采用预处理+AA0+二沉池+高效沉淀+滤布滤池+消毒工艺，施工期污水量约 6.75 t/d，占筼筜污水处理厂处理规模（30 万 t/d）的 0.00225%，占海沧污水处理厂处理规模（扩建完成后 20 万 t/d）的 0.0038%，且成分简单，不会对污水处理

厂造成较大冲击，因此施工期生活污水处理措施具有可行性。

（2）施工机械、汽车等冲洗和保养应做到选择合适的地点进行，同时要防止油料的泄漏，避免对地表水体造成影响；在施工场地设置油水分离器和临时沉沙池，经处理后清水回用于场地洒水；油水分离器产生的油污应委托有危险废物处置资质的单位处理。

（3）盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经泥浆处理系统处理后回用，不外排。

泥浆处理系统的处理过程大致如下：盾构机及顶管机排出的污浆，由排泥泵送入泥浆分离站,经过第一步预筛分器的粗筛振动筛选后渣料分离出来，筛余的泥浆由渣浆泵加压，沿输浆软管从旋流除砂器进浆口切向泵入，经过旋流除砂器分选后落入细筛，细筛脱水筛选后，干燥的细渣料分离出来，经过筛选的泥浆经渣浆泵泵送，循环再进入二级旋流器，由细筛脱水分离，分离后的泥浆进入储浆池，再经过处理后进入盾构机。分离后浆液，在必要的情况下，可以通过离心机、滤压机或带压机分离出浆液中的更细的微粒。具体工艺流程见图 7.1-1。

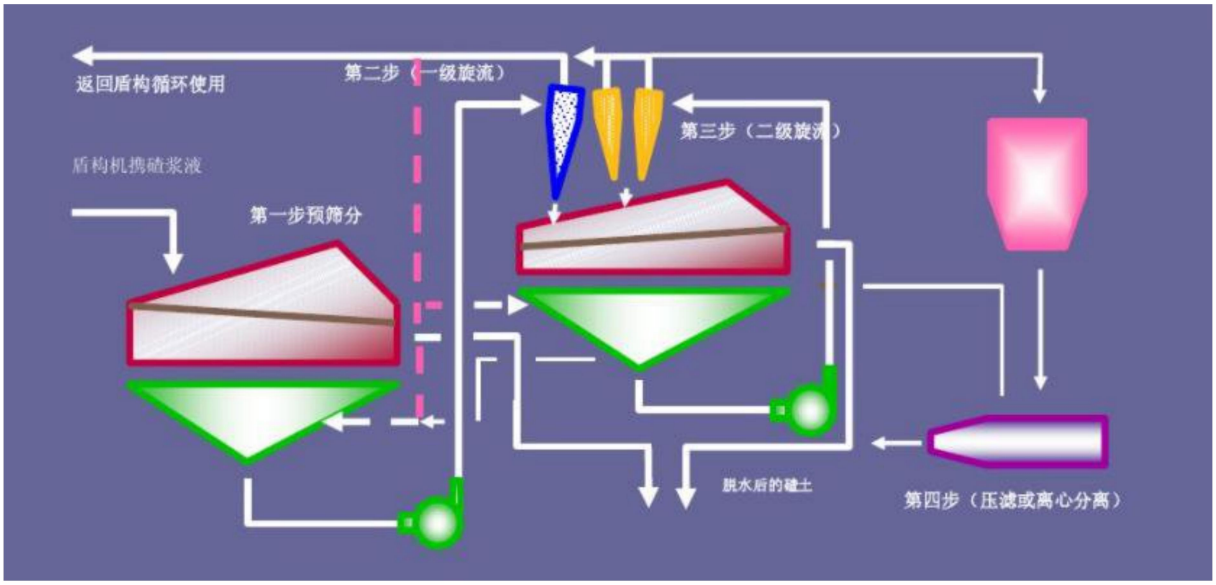


图 7.1-1　盾构泥浆处理工艺流程图

（4）基坑涌水收集后需经过三级沉淀池处理，沉淀池容积应满足水力停留时间在30分钟以上，处理后SS浓度低于《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值（20mg/L）则可排入市政雨水管网。处理后的基坑涌水优先回用于施工过程降尘，多余的排入市政雨水管网。

7.1.3　施工期噪声防治措施

（1）施工期间应合理安排施工流程，加强施工管理避免无序施工产生嘈杂噪声。

（2）在靠近保护区的J7工作井，禁止在白鹭繁殖期（4月-7月）进行高噪声施工作

业。

（3）合理选择施工机械、施工方法，优先选用性能良好的低噪施工设备，对于较高噪声的设备安装减振器设施加以控制。注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

（4）建设单位严格执行国家或地方对施工噪声的管制条例，控制施工期噪声的影响。禁止夜间（22时至次日6时）和午间（12时至14时30分）从事噪声、振动超标的施工活动；其它必须进行夜间施工作业的地段，应取得当地环保等主管部门的许可，并在批准后出示安民告示，取得周边公众的谅解。

（5）靠近敏感点路段的施工，尤其是J5（靠近村庄）、J6工作井（靠近学校）、J10、J11、J12工作井（靠近居住区）区域施工时，要求施工现场采取封闭的施工方式或加设声屏障，在高噪声设备周边增设临时施工屏障等降噪措施，同时应避免多个工序同时进行，避免多台高噪声机械同时运转，以降低噪声影响。

（6）尽量选择对周围环境影响较小、敏感目标少的运输路线，合理安排车辆运输时间，避开交通高峰期尽可能保证车辆畅通。

7.1.4 施工期固体废物处理措施

在施工期间产生的废建筑材料、开挖弃土（包括泥浆处理系统处理后的渣土）及施工人员的生活垃圾，如果没有妥善处理，将会污染周围环境，因此，必须采取必要可行的措施，预防和控制固体废物污染。

（1）建筑垃圾中可回收的回收利用，不可回收部分和工程建设开挖的弃土（包括泥浆处理系统处理后的渣土）应严格按照《厦门市建筑废土管理办法》要求进行处置，在开工前10天向厦门市建筑废土管理机构提交申请，并取得建筑废土处置许可证，施工过程严格落实将建筑废土运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒。本项目建筑废土拟回填至旧海沧中学后石窟回填工程施工场地。

（2）泥浆处理系统处理后的渣土应符合《建筑垃圾处理技术标准》（CJJ/T134-2019）要求，含水率需低于40%后才可外运填埋。

（3）施工期的生活垃圾不能随意堆放、丢弃，应设置垃圾桶并及时统一收集，由当地环卫部门清运处理。

7.1.5 施工期生态环境保护措施

（1）工程施工期间，施工场地的布设需要临时占用一定面积的土地，建议对原有的

植被尽量进行迁移，待单个工作井区域施工结束后及时拆除各种临时设施，对施工场地等临时占用的绿化地进行平整和恢复绿化。由于施工场地土层遭到破坏，为给植物生长提供良好的土壤环境，需外购优质土方回填场地至原地面高程，而后进行植被恢复，植被恢复面积不得少于施工过程破坏的面积，植被类型建议与原有植被类型保持一致，恢复后的区域景观需与周边土地相协调。

（2）施工中排水沟应首先开工，将水引向施工场地以外排水沟中，以减少积水加重土壤的侵蚀。

（3）雨季施工时建议施工队伍在施工的过程中要准备一定数量防护物（如草席、稻草、塑料布等），在得知暴雨来临之前，将易受侵蚀的裸露地面覆盖起来，以减少雨水对易受侵蚀的裸露地面的直接冲刷，降低水土流失。

（4）施工期对中华白海豚的保护措施详见 6.1.3 节，对白鹭等鹭科鸟类的保护措施详见 6.2.2 节。

7.1.6 施工期风险防范及应急措施

7.1.6.1 风险防范措施

（1）深化地质勘察工作，准确评价海域段地质状况，以确定隧道位置。

（2）为防范涌水，必须将盾尾与衬砌之间的建筑空间及时注浆充填，同时改善隧道衬砌的受力状态，加固地层的效应，封堵从隧道后部向前流动的地下水。

（3）根据地质、岩性情况，利用盾构机上的超前注浆孔进行超前注浆，加固刀盘前方土体，尽可能地截断水源，防止大量涌水。

（4）采用先进有效的技术对断层和软弱地层进行加固，防止发生通透性的突水突泥问题。从安全角度考虑，对水下隧道全部采用抗水压全封闭衬砌，并做好施工缝和沉降缝的防水处理，解决好初期支护和二次衬砌之间的密实问题，提高结构的抗水压能力。

（5）注重施工安全，施工前应制定隧道坍塌、突水突泥事故的应急反应体系（预案），包括指挥、救援与恢复的软硬件系统。

7.1.6.2 风险应急措施

（1）当发生涌水事故时应立即停止掘进，将刀盘顶入掌子面，进行同步注浆，同时根据涌水位置注入盾尾油脂，并启动隧道内的排水系统。若存在明显的裂缝或孔洞，可用快硬水泥封堵，然后注入聚氨酯或双液浆。

（2）当隧道出现塌方情况时多会伴随涌水，因此施工中需要对隧道水文地质状况进行密切监测，根据监测的结果及时采用相应的施工措施。塌方事故处置中需及时采用

各种手段进行排水，并结合灌浆进行堵水。塌方发生之后还需按照事故现场实际情况采取适当加固措施，以防外界扰动加大塌方范围。加固中需要对塌体注浆加固，让松散的塌渣凝结，塌体整体稳定性得到大幅提高。塌体开挖之前需要先用超前小导管或超前大管棚进行注浆加固，提高围岩自稳能力，最后水泥注浆对砂层的空隙进行填充，让塌体强度增强，为下一步处理提供更为安全的工作环境。

（3）当盾构遇到不良地质而刀具损坏且盾构工作面无法保压的情况下，利用盾构机盾前的超前注浆孔用单液浆的形式固结刀盘前方、顶部的土体，然后开仓进行换刀。

7.1.6.3 风险应急预案

（1）应急组织体系

项目经理部成立隧道事故应急领导小组，工区组建隧道应急救援队伍，队伍成员由本工区各部门联合抽调组成，主要设置联络组、技术组、设备物资组、实施组等。事故发生后通讯联络组立即报告救援领导小组组长，并通知各小组成员奔赴现场，领导小组组长到达事故现场指挥抢险。

（2）组织措施

事先对在隧道施工中可能出现的突发事件进行预测、分析，并储备相应的应急处理机具、物资。

加强工程监测、监控，实行信息化施工。一旦监测数据出现预警值，立即报告应急处理领导小组，同时监测、监控小组按程序增加监测频率和监测点。

一旦出现安全事故时救援组织每个成员的分工，并确保每人在最短的时间内进入救援状态，组织应急突击队进行应急处理，防止事故进一步扩大，最大限度地减少人员伤亡、财产损失和环境影响。

应急领导小组组织工作小组分析原因,制定应急处理方案及对策措施,及时向有关单位和部门汇报。

应急处理完成后恢复正常，分析原因，总结经验，避免类似突发事件再次发生。

（3）应急救援程序

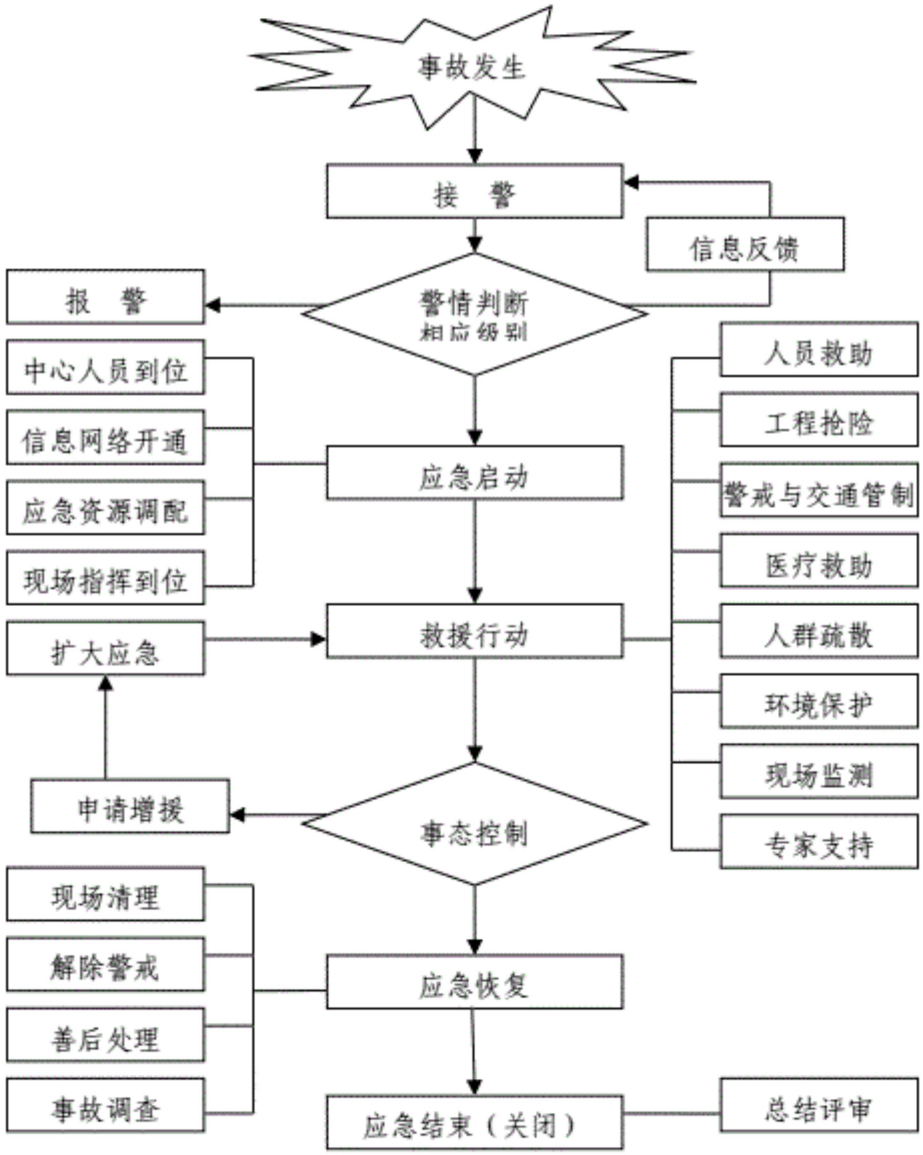


表 7.1-2　应急救援程序

（4）事故调查

事故发生后，项目部安全生产领导小组必须积极配合上级安全委员会进行现场调查，事故调查应当按照实事求是、尊重科学的原则，及时、准确的查清事故原因，查明事故性质和责任，总结事故教训，提出整改措施，并督促限期整改。

7.1.7　项目用海生态补偿

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），本项目未进入水域，不会对海域生物资源造成直接影响，直接生物经济损失为0元。根据厦门市海洋与渔业局2018年发布的《厦门市海洋开发利用活动生态损害补偿标准》（试行），用海项目生态损害补偿金根据项目所在生态区、项目涉及的各种用海方式的用海面积以及

单位用海面积生态损害补偿标准计算。用海面积生态损害补偿金计算公式如下：

$V=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} Sij \times Pij$

其中，V为某一用海项目应缴纳的生态损害补偿金；

i（=1，2，3……I）为用海项目所在生态区的代码，

j（=1，2，3……J）为用海方式代码；

S_{ij}为用海项目在i生态区j用海方式的用海面积；

P_{ij}为i生态区j用海方式单位用海面积海洋生态损害补偿标准。

表 7.1-1　项目所在海域海洋生态损害补偿情况

海域	生态区	用海方式	单位用海面积海洋生态损害补偿标准	用海面积（hm^2）	补偿金额
西海域（WS）	东屿湾海岸带（WS1）	海底隧道	7.25 元/m^2	0.3999	28993 元
	大屿岛及周边海域（WS2）	海底隧道	5.50 元/m^2	1.3423	73826 元
	其他（WS4）	海底隧道	4.25 元/m^2	6.4196	272833 元
合计				8.1618	375652 元

因此，项目用海生态损害补偿总计37.5652万元。

根据《厦门市海洋生态补偿管理办法》，该办法于2018年4月4日印发，有效期为3年，即将于2021年4月4日到期，为避免缴交生态补偿金的措施无法落实的情况，本报告提出两种生态补偿方案：

①若《厦门市海洋生态补偿管理办法》于2021年4月4日到期继续沿用，则采用缴交海洋生态损害补偿金方式进行海洋生态损害补偿，一次性缴纳37.5652万元。

②若项目实施后，厦门市发布新的海洋生态补偿管理办法，则按新的管理办法执行。

③若《厦门市海洋生态补偿管理办法》于2021年4月4日到期未继续沿用，且未发布新的管理办法导致无法缴纳补偿金，建设单位可采取生态修复工程方式进行海洋生态损害补偿，根据管理办法，海洋生态保护活动包括：清理海洋（海岸）垃圾；清理海域污染物、改善海域水质；海底清淤与底质改造；海岸带生境（沙滩、红树林、盐沼）修复；改善海岛地形地貌、恢复岛陆植被；渔业资源增殖放流；海洋生态保护区、海洋特别保护区保护等。建议建设单位开展渔业增殖放流。

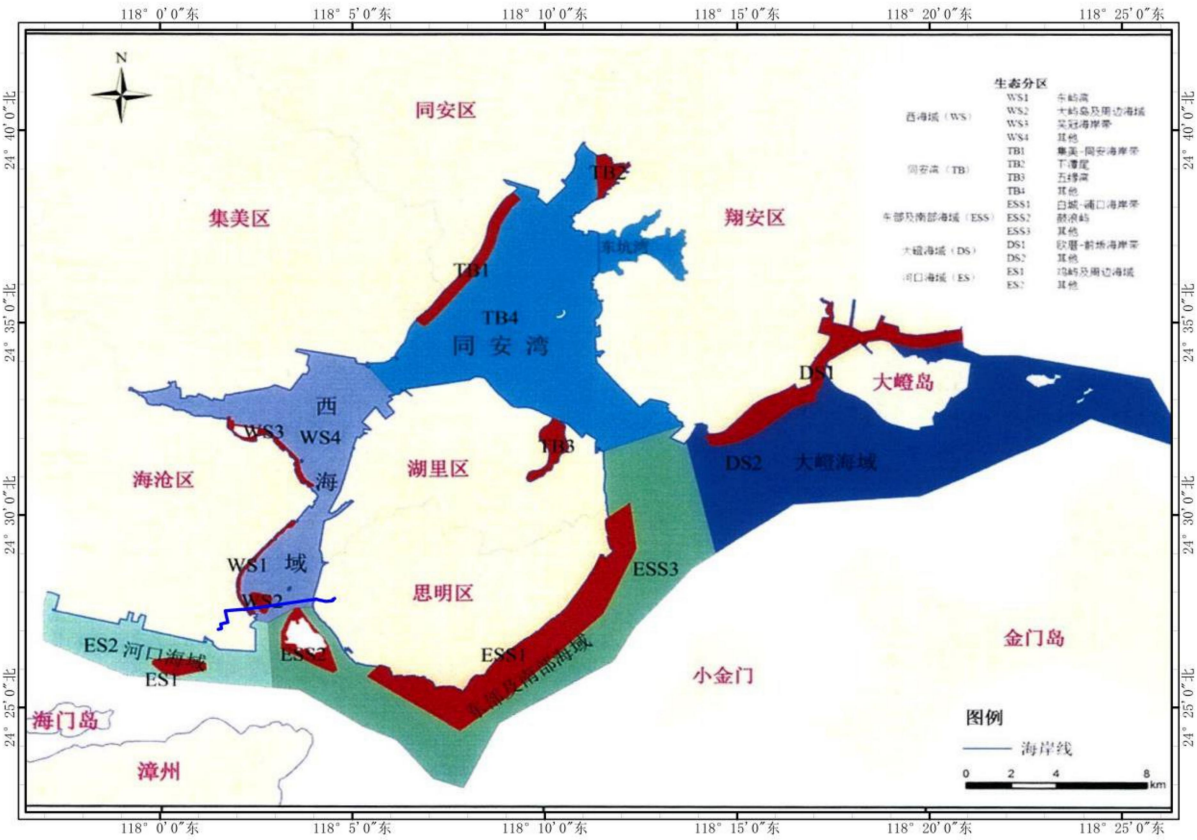


图 7.1-3　厦门海域生态分区图

7.2　营运期环境保护措施

7.2.1　营运期废水处理措施及可行性分析

营运期生活污水产生量约为0.324t/d，纳入海沧污水处理厂处理。海沧污水处理厂处理工艺为：污水→格栅→进水泵房→细格栅→曝气沉砂池→A/A/O→二沉池→高级沉淀池→滤布滤池→加氯接触池→出水，扩建完成后处理规模为20万t/d，目前海沧污水处理厂扩建工程已进入试运行调试阶段，预计在本工程投入运营之前可完成扩建。本项目营运期生活污水仅占海沧污水处理厂处理规模的0.0002%，且成分简单，不会对污水处理厂造成较大冲击，因此营运期生活污水处理措施具有可行性。

7.2.2　营运期固体废物处理措施

营运期固体废物主要为管理人员生活垃圾，分类后由环卫部门统一清运，对周边环境的影响较小。

第八章　环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容，其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。因而，环境影响经济具体定量化分析，目前难度还是较大的，多数是采用定性与半定量相结合的方法进行讨论。

现就本项目工程的环境保护投资，挽回的环境影响损失，社会、经济以及环境效益进行分析。

8.1　经济效益分析

现有的架空线路横亘在鼓浪屿前，严重影响了厦门的城市景观环境和旅游城市形象，本项目为架空线路迁改缆化的前提条件，将其缆化入地可进一步提升厦门的城市景观环境，塑造厦门独特的城市天际线，增强城市的可识别性，有助于将厦门发展为中国环境质量最好的滨海旅游城市之一，促进旅游业发展，进一步提高旅游业带来的经济收益。

8.2　社会效益分析

本项目主要功能是为岛内提供服务，该工程的建设可有效的提高岛内居民的用电、用水可靠度。项目建设完成后产生的综合效益是一种全社会共有的效益，有利于对管线的集中管理、维护及监控，也为城市发展和人民生活水平的提高起到积极作用。同时，本项目建设使厦门市具有了完善的现代化城市基础设施，大大提高了城市的整体形象。

8.3　环境经济损益分析

8.3.1　环境经济损失评估

8.3.1.1　环境空气经济损失分析

本项目营运期无大气污染源。施工期陆域采取围挡和洒水抑尘措施后，扬尘的影响范围和程度可有效减小，施工机械及车辆对大气的影响虽然不可避免，但其影响却是短期的、局部的和轻微的；因此项目对环境空气变化造成的经济损失较小。

8.3.1.2　声环境经济损失分析

本项目营运期无噪声污染源，项目对周边声环境的影响主要在于施工期。根据类比，隧道施工水下噪声对海域环境噪声的增加不高于4dB，水下噪声造成的经济损失较小；

根据预测，施工期距离施工场地较近的敏感目标存在噪声超标的情况，但在落实相关措施的前提下可有效降低噪声对周边环境的影响，且施工噪声是短期污染行为，对区域声环境变化造成的经济损益总体不大。

8.3.1.3 海域环境经济损失分析

本项目海域段采用盾构法施工，未进入西海域水域部分。

本项目施工期生活污水产生量约 6.75 t/d，纳入周边市政污水管网，进入周边市政污水处理厂处理；盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经泥浆处理系统处理后回用，施工场地污水设隔油沉淀池收集后部分回用，少量泼洒场地；基坑涌水经三级沉淀池处理后排入市政雨水管网；施工污水均采取相应的措施，禁止直接排入海域。本项目营运期管理人员生活污水纳入市政污水处理厂处理。

因此本项目施工期及营运期对海域环境变化造成的经济损失影响较小。

8.3.2 环保投资估算

本项目各项环保措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保措施的落实，减小项目建设过程中各环境污染因子产生的强度，并进行必要的生态防护，使工程区附近敏感目标得到有效保护，尤其是降低对保护区特殊生境的影响，将本项目建设可能产生的环境影响降到最低，从而确实有效的保护生态环境，实现社会经济建设和环境资源保护的协调发展，即环境保护和经济建设的双赢。

从可持续发展角度考虑，本工程环保投资产生的环境效益将远大于环保投资费用本身，应在项目的施工、运营全过程加以落实。

本项目总投资 114437.87 万元，环保投资 497.57 万元，占总投资的 0.43%。具体环保投资见表 8.3-1。

表 8.3-1 环保投资估算表

时期	种类	环保工程措施	投资（万元）
施工期	废水	施工废水设置油水分离器和临时沉沙池	15.0
		设置三级沉淀池处理基坑涌水	15.0
		泥浆水处理系统	50.0
	废气	施工围挡，场地洒水降尘，土方开挖、回填阶段喷雾降尘，土石方采用封闭式渣土清运车运输并保持车身清洁	15.0
	噪声	设备减振、降噪，设置声屏障	10.0
	固体废物	建筑垃圾及弃土方处置	10.0
	生态	用海生态补偿	37.57

时期	种类	环保工程措施	投资（万元）
		保护区生态补偿措施	260
		水土保持措施	10.0
		临时施工场地恢复	30.0
环境管理预留费用			20.0
环境监测			25.0
合计			497.57

第九章　环境管理和监测计划

厦门电力与清水进岛隧道土建工程施工期、营运期会对周边环境造成一定的影响，因此应及时采取保护措施以减轻或消除不利影响。制定环境管理和环境监测计划，实施有效的监督和管理，以确保各项环保措施的落实和改进，更好的保护环境，充分发挥工程的社会经济效益。

9.1　污染物排放清单

项目污染物排放清单见表 9.1-1。建设单位应严格按照污染物排放清单及其管理要求，进行项目的污染物排放的管理，确保各项污染物达标排放。

表 9.1-1　污染物排放清单

	污染物			产生量	排放量	执行标准	拟采取的环保措施
施工期	水环境	生活污水	SS	2.70kg/d	2.70kg/d	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准	纳入周边市政污水管网
			BOD_5	1.69kg/d	1.69kg/d		
			COD	3.04kg/d	3.04kg/d		
			氨氮	0.27kg/d	0.27kg/d		
		基坑排水		17.49~263.72m^3/d	17.49~263.72m^3/d	《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值	处理达标后排入市政雨水管网
		施工场地污水		少量	0	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）	经油水分离器和临时沉沙池处理后回用于场地洒水降尘，不外排，油污应委托有资质的的单位接收处理
		泥浆水		-	0	/	经泥浆处理系统处理后回用
	大气环境	扬尘		少量	少量	颗粒物、NO_X、SO_2 排放标准执行《厦门市大气污染物排放标准》（DB35/323-2018）中单位周界无组织排放监控浓度限值要求规定的限值；施工设备执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值机测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）中第四阶段标准；运输车辆需符合《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段 ）》（GB17691-2018）要求	在施工区域两侧设置施工围档；定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施；合理控制土方开挖和回填时间，并采取喷雾降尘；土石方运输采用封闭式渣土清运车
		施工设备及车辆尾气		少量	少量		选用符合国家标准的施工机械设备和运输工具，确保其废气排放符合国家有关标准；合理安排运输路线及运输时间

	污染物			产生量	排放量	执行标准	拟采取的环保措施
	声环境	施工噪声		/	/	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GBl2523-2011）表 1 中的排放限值	使用低噪声设备，并采取有效的降噪减振措施，合理设置施工设备位置及施工时间
	振动环境	施工机械振动		/	/	《城市区域环境振动标准》中“居民、文教区”、“交通干线道路两侧”及“混合区”振动标准	/
	固体废物	弃方		173969 m^3	173969 m^3	《厦门市建筑废土管理办法》	建筑垃圾中可回收的回收利用，不可回收部分及弃土方严格按照《厦门市建筑废土管理办法》要求进行处置，运往市建筑废土砂石综合管控平台公布的合法消纳场进行倾倒
		建筑垃圾		13t	13t		
		生活垃圾		25kg/d	25kg/d	/	由环卫部门负责清运处置
	生态环境			/	/	/	工程占地和临时占地进行生态恢复
营运期	水环境	生活污水	SS	0.13kg/d	0.13kg/d	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准	纳入周边市政污水管网
			BOD_5	0.08kg/d	0.08kg/d		
			COD	0.13kg/d	0.13kg/d		
			氨氮	0.01kg/d	0.01kg/d		
	固体废物	生活垃圾		2.0kg/d	2.0kg/d	/	由环卫部门负责清运处置

9.2 环境管理

9.2.1 环境管理机构设置及职责

审批主管部门应依据环境影响报告书提出的环境保护方面要求和污染防治对策措施进行监督，特别是相关法律、法规将环境监理去掉后，管理部门的职责更重了。

业主和施工单位在施工期应设立总经理负责制的环境管理小组，配合环保主管部门监督建设单位和施工单位落实施工过程的环境保护要求。应指定施工现场管理机构专人具体负责本工程的日常的环境管理和监督工作。主要职责是：

1）宣传和贯彻执行国家、省、市的有关环保法律、法规、政策和要求；

2）制定项目环境管理规章制度和各专项环境管理办法，并对其实施情况进行监督、检查；

3）负责本报告提出的各项环保措施在工程中的落实、实施；

4）在施工期对各施工单位和各重要施工场所的环境保护措施实施情况进行检查、指导、监督；

5）落实本项目施工期和运行期环境监测计划，并及时纠正违规行为；

6）负责本项目的环保资料的收集、汇总、保管、归档工作；

9.2.2 施工期环境管理

9.2.2.1 项目前期工作阶段

（1）可行性研究阶段

在此阶段建设单位应做的环境管理工作是负责提供本项目环境影响报告书，并报请有关行政主管部门审批。

（2）设计阶段

设计部门应将环境影响报告书提出的环保措施列入设计和投资概算中，建设单位应对环保措施的设计方案进行审查，并及时提出修改意见。

（3）招标阶段

建设单位应在招标阶段对承包商提出施工期的环境保护实施计划，并签定环境管理的承包合同。对监理承包单位提出进行环境监理的工作内容。

9.2.2.2 施工中的环境管理

根据本项目性质及工程规模，施工期环境管理的主要内容包括如下几方面：

①施工方应指派专人具体落实环保工作。

②根据所制定的环保计划对工程总体设计方案进行调整和改进，把工程建设可能对环境的影响减少到最低限度。

③与施工部门订立施工期环境保护责任书，要求使用低噪声、少污染的机械设备，并采取有效的降噪减振措施，合理设置施工机械位置及施工时间，禁止夜间（22 时至次日 6 时）和午间（12 时至 14 时 30 分）从事噪声、振动超标的建筑施工活动，施工场地设置声屏障；禁止白鹭繁殖期进行高噪声作业，尽可能降低工程建设产生的噪声对周边环境的影响。施工期工地周边应设置符合要求的围挡，合理安排土方开挖和回填时间，并采取喷雾降尘；定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施，施工完成后应及时对临时施工场地进行生态恢复；采用封闭式渣土清运车外运渣土并保持车辆清洁，土方及施工材料运输需选择合理的路线和时间。基坑排水采用三级沉淀池处理后排入市政雨水管网；施工场地设置油水分离器和临时沉沙池，经处理后清水回用于场地洒水；油水分离器产

生的油污应委托有危险废物处置资质的单位处理；盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经泥浆处理系统处理后回用，分离出的渣土运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒。施工期的生活垃圾设置垃圾桶并及时统一收集，由当地环卫部门清运处理。

④严格按照安装要求和工程验收规范要求进行作业，同时要保证环保设施与主体工程建设的“三同时”。

9.2.2.3 验收阶段的环境管理

（1）施工后，应对临时施工用地进行生态恢复，并对施工人员的清场情况进行检查。

（2）现场管理机构应将施工期的环境管理工作计划、工作情况、现场监督检查记录和监测记录进行汇总或统计，编写施工期的环境管理工作报告，上报给公司领导及省、市、区相关主管部门，并归档。

（3）落实环保投资，确保治理措施执行“三同时”和各项环保质量措施达到设计要求。

9.2.3 营运期的环境管理

本项目仅为电力与清水进岛隧道土建工程，隧道内220kV电缆本体由国网厦门供电公司进行建设，清水管道由厦门水务集团负责铺设，运营管理由厦门市政管廊投资管理有限公司进行。本项目营运期的环境管理重点为保证管理人员生活污水可纳入市政污水管网，生活垃圾分类收集。

9.3 环境监理

9.3.1 施工准备阶段环境监理

（1）参加建设项目施工设计交底，熟悉项目环境影响评价文件和设计文件，掌握项目环境保护对象和配套污染治理设施环保措施，了解项目建设过程的具体环保目标，对环境敏感区点作出标识，并根据环境影响评价文件、设计文件和现场实际情况提出补充和优化建议。

（2）审查施工单位提交的施工组织设计、施工技术方案、施工进度计划、开工报告，对施工方案中环保目标和环保措施提出审核意见，制定环境监理核查计划。

（3）审查施工临时用地方案是否符合环保要求，临时用地环保恢复计划是否可行。

（4）组织首次环境监理工地会议，提出环境监理目标和环境监理措施要求。

（5）审查施工单位的环保管理体系是否责任明确，切实可行。

9.3.2 施工阶段环境监理

（1）审查环保施工单位工程施工安装资质，核查项目环境保护工程及配套的污染治理设施设备，检查施工单位编制的分项工程施工方案中的环保措施是否可行。

（2）对施工现场、施工作业和施工区环境敏感点，进行巡视或旁站监理，检查环评文件中提出的项目环境保护对象和配套污染治理设施、环保措施的落实情况。包括如下内容：

①大气污染防治措施的环境监理。检查和监测施工期大气污染防治达标排放情况，施工影响区域应达到规定的环境质量标准。

②施工废水处理情况的环境监理。内容包括施工废水来源、排放量、水质标准、处理设施的建设过程和处理效果等，检查和监测施工废水是否达到了污水回用或排放标准。

③固体废物处理措施的环境监理。包括施工废渣、生活垃圾的产生与处理，监督固体废物处理的程序和达标情况，保证工程所在地现场清洁整齐，不污染环境。

④噪声控制措施的环境监理。监督检查施工时间是否按照《厦门市环境保护条例》相关要求进行；监督施工过程中各类机械设备是否采取环保措施控制噪声污染。监督施工区域及其影响区域的噪声环境质量是否达到相应的标准，尤其是靠近居民区施工时，应强化噪声控制措施。

⑤生态保护措施的环境监理。监督水土保持、白海豚及白鹭保护等各方面措施的落实情况。监督临时用地植被恢复情况。

⑥核查落实项目环境保护工程和配套污染治理设施、环保措施建设，落实环境保护行政主管部门关于项目环境保护工程和配套污染治理设施、环保措施的变更审批意见。

⑦工程建设中产生环境污染的工序和环节的环境监理。包括施工过程中的土地开挖及回填过程，施工材料和弃渣运输过程，敏感地带或敏感点附近施工过程环境保护措施落实情况等。

（3）根据施工环境影响情况，组织环境监测，依据监测结果，行使环境监理监督权。

9.3.3 环境监理施工交工阶段

（1）参加项目交工检查，确认现场清理工作、临时用地的恢复等是否达到环保要求。

（2）评估项目环境保护工程和配套污染治理设施、环保措施建设，评估环保目标的

完成情况，对尚存的施工环境问题提出处理的方案和建议。

（3）检查建设单位、施工单位的环保管理是否达到要求。

（4）编制工程项目施工过程的环境监理报告。报告内容应包括建设项目的内容、时段、环境影响因素、具体的减缓措施、环保措施的实施情况、建设项目“三同时”完成情况及结论。

9.4 环境监测计划

9.4.1 环境监测目的

为了及时了解和掌握建设项目在其施工期间对周边环境的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先进行制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工期间和运行期间对周边环境产生的影响进行跟踪监测。根据跟踪监测的结果可评价建设项目在施工期及营运期对环境的影响范围和影响程度。

9.4.2 环境监测计划

施工期和运行期的环境监测主要由项目建设单位委托有资质的环境监测机构按照制订的计划进行。为保证监测计划的执行，建设单位应与监测单位签订有关环境监测合同。

本评价根据工程情况和相关监测规范，提出跟踪监测建议方案，供建设单位参考执行，或者建设单位委托环境监理单位依据相关规范和实际现场施工情况另行编制详细的跟踪监测方案。具体见表 9.4-1。

9.4-1 环境监测计划一览表

环境因子	时期	监测项目	监测点位	监测频次	实施机构
声环境	施工期	施工路段周边敏感目标的噪声级	施工场地附近敏感目标，每个工作井施工场地周边设 2 个点	拟定每季度监测一次，必要时随机监测	委托有资质的监测单位
水环境	施工期	基坑排水悬浮物	三级沉淀池排水口	拟定每季度监测一次，必要时随机监测	
大气环境	施工期	TSP，NO_2，CO	施工场地附近	拟定每季度监测一次，必要时随机监测	
生态环境	施工期	工程附近海域白海豚活动	施工作业前的白海豚观测，纳入已有的白海豚网络，当在该海域发现中华白海豚时，应暂时停止海底隧道的盾构作业	施工期	保护区主管部门确定

9.4.3 建设项目竣工环保验收内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号，环境保护部办公厅2017年11月22日印发）的要求，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督。

建设单位在施工期结束后，进行竣工环保验收或自验工作，为给工程竣工环保验收提供方便，将三同时验收要求汇于下表。

表 9.4-2 环保设施验收监控项目一览表

验收项目	验收内容	监测时段	验收判据
大气环境	在施工区域两侧设置施工围档，施工场地定时洒水、清扫，施工机械设备及运输车辆符合国家标准；合理安排土方开挖及回填施工时间并采取喷雾降尘；合理安排运输车辆运输路线及运输时间	施工期每季度监测 1 次	落实相关大气防治措施，施工场界颗粒物、SO_2、NO_X 排放浓度符合《厦门市大气污染物排放标准》（DB35/323-2018）》中单位周界无组织排放监控浓度限值要求规定的限值；施工机械符合《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值机测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）中第四阶段标准；运输车辆需符合《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB17691-2018）有关规定
声环境	施工尽量采用低噪声设备，强噪声源考虑加装隔声罩；施工场地加设声屏障；合理安排施工时段	施工期每季度监测 1 次	落实相关噪声防治措施，施工场界噪声是否符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》的排放限值（昼间≤70dB，夜间≤55dB）
水环境	施工区域设置油水分离器和临时沉沙池	施工期全程	施工区域设置油水分离器和临时沉沙池，污水不外排，油污委托有资质的单位处理
	基坑排水设置三级沉淀池处理	施工期全程	基坑排水经三级沉淀池处理达《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值（20mg/L）后可排入市政雨水管网
	盾构机及顶管机配套泥浆处理系统	盾构机及顶管机施工过程	盾构机及顶管机配套泥浆处理系统，泥浆水处理后回用
	管理中心生活污水纳入市政污水管网	正式运营前	生活污水接入市政污水管网
固体废物处理	建筑垃圾按要求分类处理；弃土方外运至指定地点	施工期	建筑垃圾中可回收部分回收利用，不可回收部分及弃土方严格按照《厦门市建筑废土管理办法》处置，及时外运至合法消纳场，渣土含水量不得高于 40%
生态环境	临时施工场地原有植被恢复和补植恢复	施工结束后调查 1 次	临时施工场地植被已恢复
	落实白海豚保护措施	施工期	制定中华白海豚应急救护预案
环境管理	按报告书要求，建设单位与施工单位配备专职人员	施工期	已配备相应环境管理人员
环境监测	施工期环境监测计划工作的落实情况	施工结束后检查记录	按照规定落实环境监测计划

第十章　环境影响评价结论

10.1　建设项目概况

厦门电力与清水进岛隧道土建工程位于厦门市海沧区、思明区以及厦门西海域，项目起于海沧区已建1#塔（24°27′1.26″N，118°1′30.92″），落地缆化后依次沿嵩屿港区道路-建港路-兴港路-嵩屿中路敷设至海沧大道东侧公园绿化带内入海，以隧道穿越本岛西部海域至思明区第一码头附近，之后继续沿着厦禾路向东敷设，在与湖滨西路交叉口处向北转向湖滨西路，随后右拐进入小学路，最后接入厦禾变。路线全长约6.175km，其中海沧区陆域段2.119km，思明区陆域段0.978km，海沧段隧道结构断面外径3.6m，内径3.0m，本岛段隧道结构断面外径4.2m，内径3.5m；电力与清水共廊隧道段（海域）3.078km，隧道内径为6.0m，外径6.7m。工程总投资估算为114437.87万元，环保投资497.57元，建设总工期拟定为49个月。

10.2　环境质量现状

10.2.1　环境空气质量现状评价

按《厦门市环境功能区划（第四次修订）》，项目所在区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，根据《2019年厦门市环境质量公报》，区域环境空气质量六项基本指标均符合二级标准，城市环境空气质量达标，为达标区。

10.2.2　声环境现状评价

按《厦门市环境功能区划（第四次修订）》，本工程所在区域经过居住区及商住混合区、港口作业区、交通干线，分别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类、3 类及 4a 类标准。2019 年厦门市全市区域环境噪声质量一般，道路交通噪声质量较好，城市功能区噪声质量总体良好；根据噪声监测结果，项目周边敏感建筑声环境质量良好。

10.2.3　海域水环境现状调查与评价

以下涉及商业秘密，予以删除。

10.3　污染影响因素及污染物产生情况

10.3.1　施工期

（1）水污染源

施工期生活污水排放量约为6.75t/d，施工生产废水主要包括开挖泥浆水、基坑涌水、机械维修油污水、施工机械跑、冒、滴、漏的污油等，主要含SS、石油类等。

（2）大气污染源

施工期大气污染源主要包括扬尘及施工机械废气，主要特征污染物包括 TSP、PM_{10}、CO、NO_X、SO_2。

（3）噪声污染源

施工期的噪声污染源主要包括施工机械设备运行过程和施工车辆产生的噪声。距设备5m处最大噪声级约为95dB。

（4）振动污染源

本工程施工期振动源主要考虑盾构机，距设备5m处振动源强约为80~85dB。

（5）固体废物

本项目施工期产生建筑垃圾约13t，弃土方共173969m^3，生活垃圾每天产生量为25kg。

（6）生态环境

项目工作井和管理中心永久占用现状绿地约 436m^2，施工期临时用地面积约19630m^2。永久占地被占用后土地覆盖类型被永久性改变，原有的植被永久清除，土地使用功能改变，地表覆盖性质变化。临时占用的土地地表植被破坏，地表性质改变，区域内地表裸露增加，对环境的稳定性下降，对风力、水力作用的敏感性增强，较易发生生态恶化。

工程建设对中华白海豚影响主要为施工机械噪声产生的间接影响和施工期对其栖息地的影响；对白鹭活动的的影响主要为施工噪声影响。

（7）环境风险

本项目施工期环境风险主要是隧道坍塌、涌水风险。本项目线路穿越排头-嵩屿断裂带及厦门西港断裂带，断裂影响区域为地质环境薄弱地段，场地稳定性较差。

10.3.2 营运期

本项目营运期无大气、噪声污染源，营运期废水主要为管理人员生活污水，固体废物主要为管理人员生活垃圾。营运期管理中心生活污水产生量约为0.324t/d，生活垃圾产生量约为每人1.0kg/d。

10.4 主要环境影响评价结论

10.4.1 施工期主要环境影响评价结论

10.4.1.1 水环境影响结论

（1）生活污水影响结论

施工期生活污水排放量约为6.75t/d，纳入周边市政污水管网，进入海沧污水处理厂或筼筜污水处理厂处理，对周边环境的影响较小。

（2）施工生产废水

盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经泥浆处理系统处理后回用；施工场地污水主要包括机械跑、冒、滴、漏的污油，机械及地面冲洗废水等，主要含SS、石油类等，设隔油沉淀池收集处理达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）要求后部分回用，少量泼洒场地，含油污泥交由有资质的单位处理。基坑涌水经三级沉淀池处理达《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）中排入环境水体的排放限值（20mg/L）后可排入市政雨水管网。落实相关措施后，施工生产废水对环境的影响较小。

10.4.1.2 大气环境影响结论

施工期大气污染物主要有施工扬尘，裸露地面扬尘、运输过程中的扬尘，以及施工车辆、动力机械燃油时排放少量的SO_2、NO_2、CO、烃类等污染物。施工扬尘污染扩散距离不会很远，一般可控制在施工场所100m范围之内，在设置围挡后可控制在更小的范围内；裸露地面的扬尘通过洒水抑尘可将TSP的污染距离缩小到20-50m范围；运输车辆封闭性良好，路面清洁程度良好，行驶过程对周围环境的影响较小。施工机械废气污染基本局限在施工围挡范围内，施工运输车在合理安排运输时间和路线的前提下对沿线大气环境影响较小。

10.4.1.3 声环境影响结论

根据预测结果，在未加设声屏障的情况下，各施工阶段均易出现场界及敏感目标超标的情况，在加设声屏障后海沧端各施工点周边敏感目标基本可达到2类区标准，本岛端各施工点周边敏感目标虽基本可达到2类区标准但接近标准限值，其中东方时代广场由于受到J10、J11工作井噪声影响仍存在略微超标的情况，因此施工过程还需进一步采取噪声防治措施。施工过程中应合理地安排施工进度、时间（如避免夜间、午间施工）、施工布置（如尽量远离敏感目标），文明施工、环保施工。选用低噪声、低振动的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，保持其更好的运转，降低施工

噪声对环境的影响，确保周边敏感目标噪声值达标。

在合理安排运送时间和运送路线的前提下，本项目交通运输噪声对沿线敏感目标的影响较小。

类比厦门轨道交通2号线一期工程（海底隧道段），本工程隧道施工水下噪声对海域环境噪声的增加不高于4dB，对环境的影响较小。

10.4.1.4 振动影响结论

本项目的海域段施工过程不涉及爆破行为，振动来源仅为盾构机，海域段埋入海床深度不小于9m，海底隧道盾构施工钻进作业产生的声波以地震波的形式在固体介质中传播，并通过固液交界面辐射入水中，通过衰减后到达水中后振动强度较小，对海洋生物的影响较小。因此本项目施工期振动对海洋环境的影响较小。

10.4.1.5 固体废物影响结论

施工期建筑垃圾产生量约 13t，少量可利用的部分回收处理，不能回收的部分应该严格按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015 年修订）要求进行处置；施工弃土方产生量 173969m^3，不设置专门的弃土场，建设单位应按照《厦门市建筑废土管理办法》（2015 年修订）规定，在开工前 10 天向建筑废土管理机构申报建筑废土的种类、数量等事项，并在施工期将弃土方及不可回收的建筑垃圾运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒。落实相关管理要求后，工程建筑废土对周边环境的影响较小。

施工期生活垃圾分类收集后由环卫部门负责将生活垃圾及时清运处置，对周围环境基本上不会造成不利影响。

10.4.1.6 生态环境影响结论

（1）陆域生态影响结论

工作井 J2~J7、J9~ J11 施工期需占用现状绿地，主要为市政绿地和绿化带，施工过程造成虽原有绿化植被的破坏，但恢复至原有生态水平较容易。建议施工前期对原有植被尽量进行迁移，在单个工作井区域施工结束后立即进行生态恢复，则可有效减小对生态环境的影响。

（2）海域生态环境影响结论

本工程海底隧道施工机械噪声不会对白海豚和白鹭的行为活动产生明显影响；施工振动对浮游生物、底栖生物以及鱼卵仔稚鱼和游泳动物的影响很小，施工期废水、固体废物均进行妥善处理，不会对海域水质和生态环境产生不利影响，对中华白海豚栖息地的影响也较小。

10.4.1.7 环境风险影响结论

本项目线路穿越排头-嵩屿断裂带及厦门西港断裂带，断裂影响区域为地质环境薄弱地段，场地稳定性较差。施工中由于海水通过裂隙，特别是断层破碎带对隧道会产生较大压力，将增加发生塌方及涌水的危险性。工程前期应进一步深化地质勘察工作，并在施工期采取各种必要有效的工程技术措施，加强施工管理，保证施工质量以确保将隧道塌方、涌水的风险降到最低。

根据《厦门电力与清水进岛隧道土建工程通航条件影响评价报告》，本工程海域段建设对航道海床冲淤演变、现有航道布置、航道日常维护、疏浚作业等基本没有影响，隧道埋深可满足过往船舶应急抛锚入土深度，且隧道所在海域多年来海床处于略淤积状态，可不再设置应急抛锚防护措施。

10.4.2 营运期主要环境影响评价结论

本项目仅为电力与清水进岛隧道土建工程，营运期无大气、噪声污染源，主要污染源为管理人员产生的生活污水和生活垃圾。管理人员生活污水纳入海沧污水处理厂处理，生活垃圾分类后由环卫部门统一清运，因此项目营运期对周边环境的影响较小。

10.4.3 工程建设对中华白海豚和白鹭的影响结论

（1）对白海豚的影响

本工程下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区，项目施工期可能对中华白海豚造成影响。根据白海豚影响专题评价报告，施工机械水下噪声对中华白海豚的活动将产生间接影响，根据分析，海底隧道一般施工活动，所产生的总体噪声谱级不高，4kHz频点以上的谱级均在95dB以下，不会对该海域的中华白海豚行为活动产生明显影响。

海底隧道施工对浮游生物、底栖生物以及鱼卵仔稚鱼和游泳动物的影响很小，施工期废水、固体废物等妥善收集与处置后，不会对海域水质和生态环境产生不利影响，所以工程对海洋中华白海豚栖息地的影响较小。

（2）对白鹭的影响

本项目下穿厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区白鹭保护区，海沧端入海点距大屿岛约为660m，施工噪声经衰减后对大屿岛的声环境影响不大；海域段埋入海床深度不小于9m，噪声通过岩土层及海水传入空气这一过程中衰减较大，对海面以上声环境影响较小，结合白鹭的生活习性，施工期禁止夜间施工，则可将施工对白鹭和其生境的影响较

低到最小。

10.5 环境保护措施

10.5.1 大气污染防治措施

营运期无大气污染源。施工期工地周边应设置围挡，定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施，减少扬尘对周边环境的影响。合理安排土方开挖和回填时间，并采取喷雾降尘保持工作面一定的湿度。施工完成后应及时对临时施工场地进行生态恢复。

使用污染物排放较小的先进施工机械设备和运输车辆，且使用符合《车用柴油（VI）》（GB19147-2016）要求的清洁燃油，减少尾气排放对周边环境的影响。尽量选择对周围环境影响较小、敏感目标少的运输路线，合理安排运输时间，避开交通高峰期和人员流动量较大的时间段。采用封闭式渣土清运车，严禁超载，保证运输过程中不散落，如果运输过程中发生洒落应及时清除，减少二次扬尘污染。运输车辆需及时清洗车辆，保持车轮干净，不带泥沙上路。

10.5.2 水污染防治措施

（1）施工期

施工人员生活污水纳入周边市政污水管网，进入周边市政污水处理厂处理。施工机械、汽车等冲洗和保养应做到选择合适的地点进行，并在施工场地设置油水分离器和临时沉沙池，经处理后清水回用于场地洒水；油水分离器产生的油污应委托有危险废物处置资质的单位处理。盾构机及顶管机施工过程的泥浆水经泥浆处理系统二级旋流除砂处理后回用。基坑涌水收集经过三级沉淀池处理后可排入市政雨水管网，优先回用于施工过程降尘。

（2）营运期

本项目营运期主要污染源为管理人员生活污水，生活污水纳入市政污水管网，进入海沧污水处理厂处理，生活污水仅占海沧污水处理厂处理规模的0.0002%，且成分简单，不会对污水处理厂造成较大冲击，因此营运期废水处理措施可行。

10.5.3 噪声污染防治措施

项目营运期无噪声污染源。施工期应合理安排施工流程及施工时间，加强施工管理避免无序施工产生嘈杂噪声。禁止夜间（22 时至次日 6 时）和午间（12 时至 14 时 30 分）从事噪声、振动超标的施工活动，禁止白鹭繁殖期（4 月-7 月）进行高噪声施工作业。靠近敏感点路段的施工，要求施工现场采取封闭的施工方式或加设声屏障，在高噪

声设备周边设置临时施工屏障等降噪措施，同时应避免多个工序同时进行，避免多台机械同时运转，以降低噪声影响。合理安排车辆运输路线和运输时间。

10.5.4 固体废物防治措施

（1）施工期

施工期工程建设开挖的弃土应该严格按照《厦门市建筑废土管理办法》要求进行处置，运往市建筑砂石综合管控平台发布的合法消纳场进行倾倒，渣土含水率不得高于40%。建筑垃圾中可回收的回收利用，不可回收部分严格按照《厦门市建筑废土管理办法》要求进行处置。施工期的生活垃圾不能随意堆放、丢弃，应设置垃圾桶并及时统一收集，由当地环卫部门清运处理。

（2）营运期

营运期固体废物主要为管理人员生活垃圾，分类后由环卫部门统一清运。

10.5.5 生态环境保护措施

项目营运期对生态环境基本没有影响。

建议对原有的植被尽量进行迁移，待单个工作井区域施工结束后及时拆除各种临时设施，对施工场地等临时占用的绿化地进行平整和恢复绿化。施工中排水沟应首先开工，将水引向施工场地以外排水沟中，以减少积水加重土壤的侵蚀；雨季施工时建议施工队伍在施工的过程中要准备一定数量防护物（如草席、稻草、塑料布等），在得知暴雨来临之前，将易受侵蚀的裸露地面覆盖起来，以减少雨水对易受侵蚀的裸露地面的直接冲刷，降低水土流失。

在进行海域段施工之前，建设单位应向保护区主管部门申报施工方案和中华白海豚保护方案，获批准后方可开展海域段施工。在施工中落实岗位责任制，制定中华白海豚应急救护预案，加强对施工场地附近中华白海豚活动的监视。

项目用海生态损害补偿总计 37.5652 万元。

10.5.6 风险防范及应急措施

深化地质勘察工作，强化施工管理，采用先进有效的技术对断层和软弱地层进行加固，注重施工安全，施工前应制定隧道坍塌、突水突泥事故的应急反应体系（预案），包括指挥、救援与恢复的软硬件系统。

当发生涌水事故时应立即停止掘进，将刀盘顶入掌子面，进行同步注浆，同时根据涌水位置注入盾尾油脂，并启动隧道内的排水系统。若存在明显的裂缝或孔洞，可用快

硬水泥封堵，然后注入聚氨酯或双液浆。当隧道出现塌方情况时需按照事故现场实际情况采取适当加固措施，以防外界扰动加大塌方范围。塌体开挖之前需要先用超前小导管或超前大管棚进行注浆加固，提高围岩自稳能力，最后水泥注浆对砂层的空隙进行填充，让塌体强度增强，为下一步处理提供更为安全的工作环境。

10.6 工程建设的环境可行性

10.6.1 工程选址合理性

本项目建设符合国家相关法律法规和《厦门市生态环境准入清单》（2019年版）要求，工程选址总体符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》、《福建省近岸海域环境功能区划》（2011-2020年）、《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020）、《厦门市海洋环境保护规划》（2006-2020）、《厦门市城市总体规划（2010-2020）》、《鼓浪屿-万石山风景名胜区总体规划》（2017-2030年）、《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》等相关区划和规划的要求，符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》，具有环境合理性。

10.6.2 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类产业，项目建设符合国家产业政策。

10.6.3 清洁生产

本项目施工设备、施工工艺和营运期节能等几个方面基本符合清洁生产的要求。建设单位若按照本报告提出的环保措施严格施工，能够将对环境的影响降低到最低。

10.6.4 环境功能可达性

在落实本报告书提出的各项环保措施后，本项目建设对环境的影响可得到有效控制，可实现污染物达标排放，不会改变现有的环境功能现状，可实现各环境功能区达标要求。

10.6.5 总量控制

本项目为生态影响型项目，无需总量控制。

10.7 环境经济损益分析

本项目的社会、经济效益主要体现在可有效的提高岛内居民的用电、用水可靠度，改善厦门的城市景观环境和旅游城市形象，进一步提高旅游业带来的经济收益。项目建设对环境空气、声环境、海域环境造成的经济损失较小，项目环保投资 497.57 万元，通

过各项环保措施的落实，可减小项目建设过程中各环境污染因子产生的影响。

10.8 公众参与结论

建设单位根据《环境影响评价公众参与办法》的有关规定，在编制环境影响报告书的过程中，以网络平台、报纸刊登、现场张贴公告等方式为主，共进行了两个阶段公众参与调查。

建设单位于2020年6月18日进行了项目的环境影响评价信息公示，公示方式为网络公示和现场张贴公示，公示期间网站查阅次数为281次，建设单位及我司均未收到公众和团体提出的意见；建设单位于2020年8月3号～2020年8月14日进行了项目的征求意见稿公示，公示方式包括网络、报纸和现场张贴三种方式，其中报纸公示共两次，公示期间网站查阅次数为174次，建设单位未收到团体和个人对本项目建设的意见。

10.9 结论与建议

10.9.1 结论

本项目符合国家产业政策及“三线一单”要求，符合相关规划、区划及管理规定的要求，建成投入使用后可有效提高厦门岛内供电、供水可靠性。在认真落实本报告书提出的环保对策措施后，可将项目建设对周边环境的影响降低到可接受程度，尤其可将对中华白海豚和白鹭不利影响降低到允许限度。因此，从环保角度分析，厦门电力与清水进岛隧道土建工程的建设是可行的。

10.9.2 建议

（1）建设单位加强施工过程的环境监控，施工承包合同中应包括有关环境保护条款，施工单位应严格实施。

（2）建议建设单位与公众之间应建立正常的沟通渠道，并及时调查、发现和处理公众抱怨和投诉的问题，同时接受当地公众的监督。