

稔平半岛至大亚湾供水工程
环境影响报告书

建设单位：惠州市惠大水务有限公司

评价单位：广东省众信环境科技有限公司

二〇二二年九月

目 录

1 前言	1
1.1 项目由来.....	1
1.2 建设项目特点.....	4
1.3 环境影响评价工作程序	4
1.4 相关情况分析判定.....	5
1.5 关注的主要环境问题.....	6
1.6 环境影响报告书的主要结论.....	6
2 总则	7
2.1 编制依据.....	7
2.2 评价目的.....	11
2.3 环境功能区划.....	12
2.4 评价标准.....	24
2.5 评价工作等级与评价范围.....	28
2.6 项目环境保护目标与敏感目标.....	30
2.7 评价工作重点.....	40
2.8 环境影响因素识别及评价因子筛选	40
3 工程概况及工程分析	42
3.1 工程概况.....	42
3.2 工程分析.....	60
3.3 产业政策、规划相符性分析	70
4 环境质量现状调查与评价	89
4.1 自然环境概况.....	89
4.2 环境保护目标.....	95
4.3 水环境质量现状监测与评价.....	110
4.4 环境空气质量现状调查与评价	138
4.5 声环境质量现状监测与评价	139
4.6 海洋沉积物环境质量现状调查与评价.....	140
4.7 生态环境现状调查与分析.....	155
4.8 海洋生物质量现状调查与评价.....	215
5 环境影响预测与评价	221
5.1 施工期环境影响分析	221
5.2 营运期环境影响分析	229
5.3 非污染生态环境影响评价	229
5.4 生态敏感区环境影响评价	235
5.5 生态保护红线环境影响评价	243
6 环境风险评价	244
6.1 评价目的与内容	244
6.2 环境事故风险识别与分析	244
6.3 环境风险防范措施	245

6.4 风险评价小结	246
7 环境保护措施可行性分析	247
7.1 初步设计阶段应考虑环保措施	247
7.2 施工期环境环保措施	248
7.3 营运期环境保护措施分析	265
7.4 社会环境影响减缓措施	266
7.5 环境保护投资估算	268
8 环境影响经济损益分析	269
8.1 环保投资	269
8.2 社会效益分析	269
8.3 经济效益分析	269
8.4 环境损益分析	269
8.5 小结	270
9 环境管理与环境监测	271
9.1 环境管理机构、职责及制度	271
9.2 环境管理	272
9.3 环境监理	277
9.4 环境监测计划	281
9.5 建设项目竣工环境保护验收“三同时”一览表	282
10 结论	284
10.1 项目概况	284
10.2 污染物排放情况	284
10.3 环境保护措施及主要环境影响	285
10.4 环境风险评价	287
10.5 公众意见采纳情况	287
10.6 环保措施	288
10.7 环境经济损益分析	288
10.8 环境管理与监测计划	288
10.9 综合结论	289

1 前言

1.1 项目由来

惠州大亚湾(国家级)经济技术开发区(以下简称“大亚湾区”)地处惠州市南部,于 1993 年 5 月经国务院批准成立,辖区陆地面积 293 平方公里,海域面积 1319 平方公里。在大亚湾区东部,设立了惠州大亚湾石化产业园区,占地 27.8 平方公里,是珠三角东岸地区唯一的石油化工园区。2014 年,惠州大亚湾石化产业园区被列入国家重点发展的七大石化基地。2019 年,中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》,规划纲要是指导粤港澳大湾区当前和今后一个时期合作发展的纲领性文件。建设粤港澳大湾区,既是新时代推动形成全面开放新格局的新尝试,也是推动“一国两制”事业发展的新实践。伴随着“一带一路”倡议深入实施,粤港澳大湾区建设的不断推进,惠州大亚湾(国家级)经济技术开发区将再一次迎来重大的发展机遇。

根据《惠州市城市总体规划(2016-2035 年)纲要(草案)》,到 2035 年大亚湾城市建设用地规模为 133.49 平方公里,常住人口规模为 53 万人。由于大亚湾区内水源较分散,供水保证率低,不便管理,不宜作为大规模的集中供水水源,区内现状供水水源主要通过“大亚湾引水工程”自东江引水,日均引水量为 33 万 m^3/d 。目前大亚湾引水工程供水能力总体虽可满足大亚湾区当前用水需要,但随着大亚湾区经济增长迅速,用水量逐年提升,并呈现加快上升的势头,尤其是石化区企业不断壮大,美孚、中海油三期等重大项目的入驻将进一步推高大亚湾区用水需求。根据《惠州大亚湾区供水保障方案研究报告书》(2020.5 月获批,后文简称“供水保障方案”):“到 2025 年水源供水缺口为 9 万 m^3/d ; 2030 年水源供水缺口为 19.5 万 m^3/d 。”现状水源无法满足大亚湾区近远期需要。水资源短缺将成为大亚湾区城市发展的短板和薄弱环节,迫切需要进一步加强本地水资源挖掘和规划新建区域外引水工程供水才能保障大亚湾经济社会发展用水。

《供水保障方案》通过研究分析提出:“本地水库互联互通挖潜”、“海水淡化利用”以及“大亚湾第二条引水工程建设”三条开源思路。鉴于大亚湾境内水库互联互通和水库扩容水资源挖潜十分有限;海水淡化项目建设投资和运行成本大、风险高,大规模开展海水淡化项目尚不成熟等原因,为有效保障远期大亚湾区供水安全,需建设“大亚湾第二条引水工程”来实现。但考虑跨流域引水工程和水库扩建立项难度大,

建设周期长，时效上难以满足大亚湾近期的用水需求。

而稔平半岛自西枝江的引水工程（引水规模为 45 万 m^3/d ）已建成通水，目前服务区域为稔山水厂及平海水厂的供水范围，主要包括稔山镇、铁涌镇、平海镇及港口区，用水量约为 5.1 万 m^3/d ，尚有较大富余能力，建成后产能短时间内未能充分发挥。

为此，惠州大亚湾在充分挖掘大亚湾第一条引水工程供水潜力基础上，先期启动实施“稔平半岛至大亚湾供水工程”，以满足大亚湾区近期用水需求，是保障大亚湾区建设成世界级绿色石化产业基地、粤港澳大湾区滨海新城的迫切需求。

“稔平半岛至大亚湾供水工程”为新建原水管道起于稔平供水工程分水点处，沿厦深高铁南侧、X207 现有道路、石化大道、滨海大道、滨海十路及碧海路，敷设至大亚湾石化区水厂处（项目位置见图 1.1-1）。项目设计管道主管直径 DN1600，管道全长约 26.6 km，供水规模为 20 万 m^3/d 。本项目总投资约 60344.75 万元，环保投资 100 万元，占总投资 0.2%。

根据《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》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》的有关要求，本项目建设需要编制环境影响报告书。惠州市惠大水务有限公司于 2022 年 9 月 11 日委托广东省众信环境科技有限公司承担该项目的环评工作。在接受委托后，编制单位认真研究了建设项目的有关资料，进行了实地察看、调研，并根据环境影响评价有关技术导则的要求编制了本项目的环评报告书。

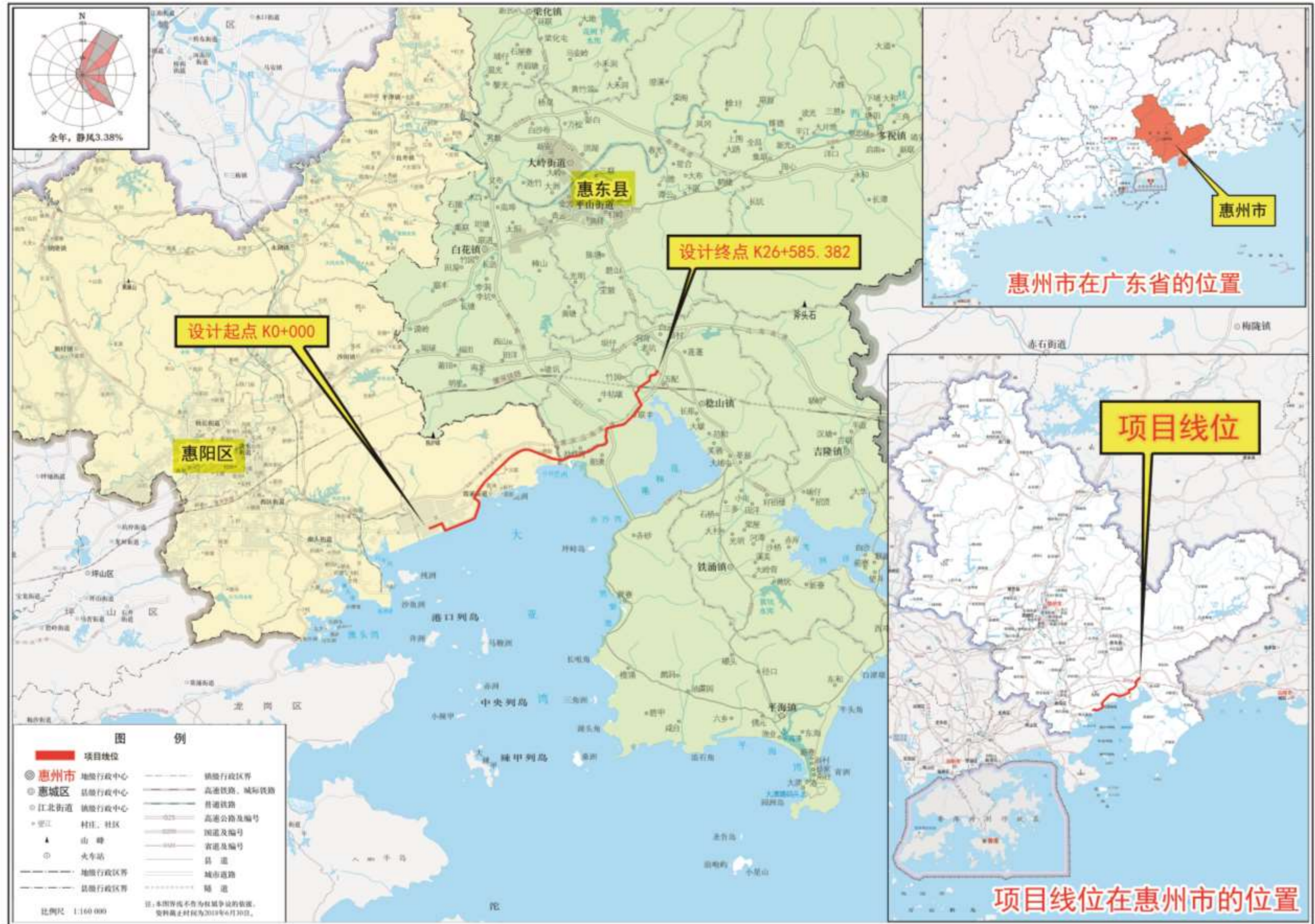


图 1.1-1 项目地理位置图

1.2 建设项目特点

本项目为引水工程，由稔平半岛引至大亚湾区，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）（2021 年修正）》中鼓励类，项目建设符合国家和地方相关产业政策，符合当地的土地利用规划。

本工程对环境的影响主要在施工期，根据工程任务和特性，结合工程影响区的环境背景状况，确定将施工期的生态影响、环境污染等作为本工程环境影响评价的重点；环境地质、局地气候、景观文物等为一般评价因子。此外，根据国家现行环保法规和环评导则要求，需对环境风险、环境损益分析、环境管理与环境监测等内容进行分析。

1.3 环境影响评价工作程序

本项目的环评工作流程见图 1.3-1。

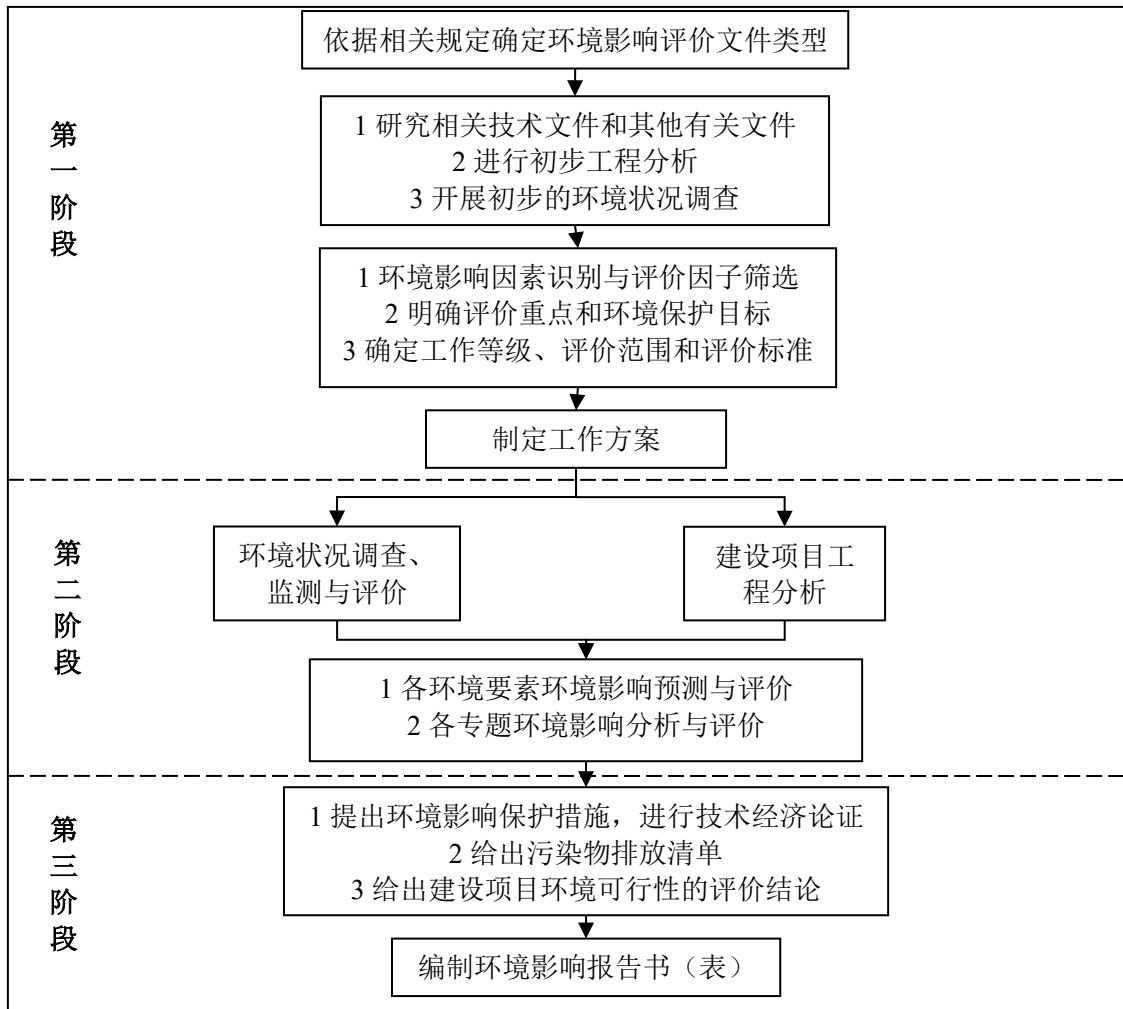


图 1.3-1 环境影响评价工作程序图

1.4 相关情况分析判定

(1) 环评文件类别的判定

根据《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》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》的有关要求：“126 引水工程—涉及环境敏感区的”，应编制环境影响报告书。本项目为引水工程，由稔平半岛引至大亚湾区，涉及环境敏感区，由此判定，本项目应编制环境影响报告书。

(2) 产业政策符合性判定

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修正），本项目属于鼓励类项目“二、水利——3、城乡供水水源工程”；二根据《市场准入负面清单（2020年版）》，本项目不属于负面清单中所列的项目。综上，本项目符合国家产业政策。

(3) 相关法律法规的符合性判定

① 饮用水源保护区

本项目不涉及饮用水源保护区，符合《中华人民共和国水污染防治法》（2017年修正版）、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年修订）和《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日起施行）的管理要求。

② 自然保护区

本项目设计路由均不在自然保护区范围内。项目建设与《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年修订）、《广东省环境保护条例》（2018年修正）和《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》（广东省人民政府令 第233号，2017年）无冲突。

④ 生态保护红线

根据《广东省海洋生态红线》（粤府〔2017〕275号），本项目管道300米范围内有“大亚湾水产资源省级自然保护区限制类红线区”，本项目建设可能会对其造成一定影响，但不占用。因此，本项目建设符合生态保护红线的相关管理规定。

⑤ 基本农田

本项目管道部分穿越基本农田，拟通过顶管施工穿越基本农田，顶管采用球墨铸铁顶管，不需设置套管。顶管工作坑及接收坑均布置在现况道路及村道旁，避免临时道路征地，最大限度减少租用农田的面积。管道建设以挖损和占压两种方式毁损基本农田，但均属于临时占用，线路施工前应办理相关临时用地手续。因此，本项目在落

实临时用地土地复垦方案、开工之前取得临时占用基本农田的合法手续的前提下，项目建设符合《基本农田保护条例》（2017年修订）和《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规【2018】1号）中关于永久基本农田保护的管理规定。

（4）相关规划符合性判定

本项目符合《惠州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的发展目标，项目用地已列入当地土地利用总体规划，符合供地政策；项目建设符合广东省、惠州市能源发展规划；符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》、《惠州市环境保护规划纲要（2007-2020）》及配套政策的管理要求；符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》、《惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求。

1.5 关注的主要环境问题

本项目为供水管建设工程，关注的主要环境问题为施工期环境影响，包括施工期产生的施工废水、废气、噪声、固废、水土流失、生态环境影响等环境问题。

施工期关注的主要环境问题有：管道施工作业带清理、管道开挖、道路或河流穿越、施工便道建设等活动产生的环境问题。施工扬尘对环境空气的污染；施工机械噪声对声环境的影响；施工过程对地表水环境的影响，尤其是跨越河流段对地表水环境的影响；对沿线生态环境的影响，特别是涉及自然保护区、生态保护红线对区域生态环境和生态系统的影响。

1.6 环境影响报告书的主要结论

项目建设符合产业政策要求，项目选线符合相关法律法规要求。本项目在施工和运营期对项目周边水环境、声环境、大气环境以及生态环境会产生一定影响，本项目通过加强管理及采取相应的环境保护措施可以有效地减缓项目建设带来的不利影响，项目建设的环境影响是可接受的。因此，认真落实本评价中提出的环境保护措施，使建设项目对环境的不利影响降至最低，在施工中通过加强管理，该项目的建设从环境保护的角度讲是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律、法规及政策

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订，2015年1月1日施行）；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订，2018年12月29日起施行）；

(3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日第二次修订，2018年10月26日起施行）；

(4) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2021年12月24日修订，2022年6月5日起施行）；

(5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修正，2020年9月1日实施）；

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修改，2018年1月1日起施行）；

(7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018年8月31日通过，2019年1月1日实施）；

(8) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日第三次修正）；

(9) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订，2011年3月1日施行）；

(10) 《中华人民共和国城乡规划法》（2007年10月28日通过，2019年4月23日第二次修正）；

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

(12) 《中华人民共和国防洪法》（1997年8月29日通过，2015年4月24日第二次修正）；

(13) 《中华人民共和国野生动物保护法》，（1988年11月8日通过，2018年10月

26 日第三次修正);

(14)《中华人民共和国野生植物保护条例》(1996 年 9 月 30 日发布, 2017 年 10 月 7 日修正);

(15)《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行);

(16)《建设项目环境保护分类管理名录》(2021 年版)(生态环境部部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起实施);

(17)《基本农田保护条例》(1998 年 12 月 27 日发布, 2011 年 1 月 8 日修正);

(18)《土地复垦条例》(2011 年 2 月 22 日通过, 2011 年 3 月 5 日发布并施行);

(19)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号, 2019 年 1 月 1 日施行);

(20)《中华人民共和国自然保护区条例》(1994 年 10 月 9 日发布, 2017 年 10 月 7 日第二次修订)

(21)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号, 2015 年 4 月 2 日);

(22)《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31 号, 2016 年 5 月 28 日);

(23)《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86 号);

(24)《关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知》(环办〔2009〕30 号, 2009 年 3 月 12 日);

(25)《产业结构调整指导目录(2019 年本)(2021 年修改》(2021 年 12 月 30 日);

(26)《市场准入负面清单(2022 年版)》(发改体改规〔2022〕397 号, 2022 年 3 月 12 日)

(27)《广东省环境保护条例》(2004 年 9 月 24 日通过, 2019 年 11 月 29 日第二次修正);

(28)《广东省固体废物污染环境防治条例》(2018 年 11 月 29 日修订, 2019 年 3 月 1 日施行);

(29) 《广东省大气污染防治条例》（2018年11月29日通过，2019年3月1日施行）；

(30) 《广东省实施<中华人民共和国土壤污染防治法>办法》（2018年11月29日通过，2019年3月1日施行）；

(31) 《惠州市人民政府关于印发<惠州市建设项目涉海管理试行办法>的通知》，惠府办〔2013〕74号；

(32) 《广东省自然资源厅关于同意广东大亚湾水产资源省级自然保护区范围和功能区调整的复函》，粤自然资规〔2021〕1133号。

2.1.2 相关规划

(1) 《广东省生态环境厅关于印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》的通知》（粤环【2021】10号，2021年11月9日）；

(2) 《广东省生态环境厅关于印发《广东省水生态环境保护“十四五”规划》的通知》（粤环函〔2021〕652号，2021年12月3日）；

(3) 《关于同意广东省地表水环境功能区划的通知》（粤府函〔2011〕29号）；

(4) 《广东省地下水功能区划》（粤水资源〔2009〕19号）；

(5) 《广东省地下水保护与利用规划》（粤水资源函〔2011〕377号）；

(6) 《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120号，2012年9月14日）；

(7) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号，2020年12月29日）；

(8) 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号，1999年7月27日）；

(9) 《关于对惠州市局部调整大亚湾近岸海域环境区划意见的函》（粤环函〔2007〕2号）；

(10) 《广东省人民政府办公厅关于调整惠州部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2012〕782号）；

(11) 《广东省海洋功能区划》（2011-2020）（粤府〔2013〕9号，2013年1月22日）；

(12) 《广东省海洋主体功能区划》（粤府函〔2017〕359号）；

(13) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（粤府〔2017〕120号）；

- (14)《广东省海洋生态红线》（粤府〔2017〕275号）；
- (15)《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》（粤海渔函〔2017〕1284号）；
- (16)《大亚湾水产资源省级自然保护区功能区划》（粤海水〔2000〕23号）；
- (17)《关于下发大亚湾水产资源省级自然保护区功能区的通知》（粤海渔〔2002〕80号）；
- (18)《广东省自然资源厅关于同意广东大亚湾水产资源省级自然保护区范围和功能区调整的复函》（粤自然资规〔2021〕1133号）；
- (19)《广东省人民政府关于印发广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）的通知》（粤府〔2017〕119号，2017年10月27日）；
- (20)《惠州市城市总体规划（2006-2020年）》（国办函〔2012〕6号，2012年1月12日）；
- (21)《惠州市人民政府关于印发惠州市生态环境保护“十四五”规划的通知》（惠府〔2022〕11号，2022年2月20日）；
- (22)《惠州市人民政府关于印发惠州市声环境功能区划分方案的通知》（惠府函〔2017〕445号，2017年9月27日）；
- (23)关于印发《惠州市环境空气质量功能区划（2021年修订）》的通知（惠市环【2021】1号，2021年1月18日）
- (24)《惠州市人民政府关于印发惠州市主体功能区规划的通知》（惠府〔2014〕125号，2014年11月7日）；
- (25)《惠州市人民政府关于印发惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（惠府〔2021〕23号，2021年6月30日）
- (26)《惠州市人民政府关于印发<惠州环大亚湾新区生态环境保护规划（2013-2030年）>的通知》（惠府函〔2015〕55号，2015年2月13日）；
- (27)《惠州市海岸带保护与利用规划》（惠府函〔2017〕171号）；
- (28)《惠州市沿海经济带综合发展规划（2019-2035年）》（2019年11月13日）。

2.1.3 技术导则及规范

- (1)《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—地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2022）；
- (5) 《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）；
- (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) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (10) 《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）；
- (12) 《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；
- (13) 《制定水污染物排放标准的技术原则与方法》（GB/T3839-83）；
- (14) 《河湖生态需水评估导则》（SL/T479-2010）；
- (15) 《河湖生态环境需水量计算规范》（SL/Z 712-2014）。

2.1.4 其他相关文件

- (1) 《稔平半岛至大亚湾供水工程可行性研究报告》，2021年10月；
- (2) 《关于稔平半岛至大亚湾供水（大亚湾段）工程项目规划意见的复函》（惠湾住建函〔2021〕2172号）；
- (3) 《关于稔平半岛至大亚湾供水工程项目建设用地预审意见的说明》（惠湾国土资函【2021】1553号）；
- (4) 《惠东县人民政府关于稔平半岛至大亚湾供水工程项目建设意见的函》（惠东府函〔2022〕321号）；
- (5) 建设单位提供的其他有关资料。

2.2 评价目的

根据本项目的基本特征，围绕项目建设主要环境影响环节，进行深入、细致的评价，提出环境影响减缓措施，分析项目建设与法律法规、相关规划的符合性，最大限度的减少工程开发建设对生态环境的破坏。

2.3 环境功能区划

(1) 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68号)以及《关于对调整惠州市惠东县部分近岸海域环境功能区划意见的函》(粤环函〔2006〕969号)、《关于对惠州市局部调整大亚湾近岸海域环境功能区划意见的函》(粤环函〔2007〕2号)、《关于对惠州市调整近岸海域环境功能区划的批复》(粤办函〔2006〕407号)、《广东省人民政府办公厅关于调整惠州市部分近岸海域环境功能区划的复函》(粤办函〔2012〕782号),本项目涉及近岸海域为“大亚湾北部二类功能区”(506A)、“大亚湾石化区东三类功能区”(506B)、“大亚湾东联码头功能区”(506C);详见表 2.3-1 和图 2.3-1。

表 2.3-1 大亚湾近岸海域环境功能区划

标识号	行政区	功能区名称	范围	主要功能	水质类别	备注
503	惠州市	海龟自然保护功能区		海龟回游、产卵保护	一类	国家级保护区
504A		云头角—长咀角二类功能区	云头角—长咀角	水产资源保护	二类	大亚湾水产资源保护区离岸的其它地区执行一类水质
504B		大亚湾南部工业排水功能区	长咀角—大肚佛	工业排污混合区	三类	
504C		大亚湾南部二类功能区	大肚佛—平海湾东	水产资源保护	二类	
505		大亚湾东部二类功能区	响浪角—云头角	水产资源保护	二类	
506A		大亚湾北部二类功能区	巽寮南侧响浪角—石化区东侧	水产资源保护	二类	
506B		大亚湾石化区东三类功能区	石化区东侧—东联杂货码头东侧	工业用海	三类	
506C		大亚湾东联码头功能区	东联杂货码头东侧—中海油码头西侧	港口、码头	三类*	
506D		白寿湾东三类功能区	中海油码头西侧—白寿湾东侧	工业用海	三类	
506E		国华电厂一期混合区	以一期温水排放口为中心半径 100m 的圆形区域			
506F		国华电厂二期混合区	以二期温水排放口为中心半径 100m 的圆形区域			
506G		广东惠州天然气发电有限公司温排水混合区	以温水排放口为中心半径 100m 的圆形区域			
507		大亚湾三类功能区	白寿湾—小鹰嘴	港口、工业、城镇、景观	三类	
508		养殖功能区	小鹰嘴—白沙湾	养殖	二类	
509		马鞭洲混合功能区	马鞭洲东南海域	工业、市政污水排放	三类	
510	芝麻洲混合功能区	芝麻洲海域	港区污水排放	三类		
601	深圳市	白沙湾-长湾二类功能区	白沙湾至长湾	养殖、旅游	二	

602		长湾-东村三类功能区	长湾至东村	工业用水、核电站用水、风景旅游	三	
603		东村-望鱼角二类功能区	东村至望鱼角	养殖、浴场、海上运动	二	/



图 2.3-1 大亚湾近岸海域环境功能区划

(2) 地表水环境区划

根据《广东省地表水环境功能区划》（粤环【2011】14号）和《惠州大亚湾经济技术开发区环境保护和生态建设“十三五”规划》，本项目涉及的主要水体：白云河（惠东大岭岗-惠东斗石龙水），水质目标为 III 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准；柏岗河、澳背河水质目标为 IV 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准；下沙河、青龙河、苏埔河、南坑河水质目标为 V 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 V 类标准。竹园河、联丰河、夹坑河、晓联河未划定地表水环境功能区划，参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准。具体见表 2.3-2 和图 2.3-2。

(3) 环境空气功能区划

根据《惠州市环境空气质量功能区划（2021年修订）》（惠市环【2021】1号），项目沿线属于环境空气质量二类区，详见图 2.3-3。

(4) 声环境功能区划

根据《惠州市环境保护规划纲要（2007-2020）》、《惠州市声环境功能区划分方案》（惠府函【2017】445号），穿越交通干线两侧30m范围内拟执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准；其余线路段执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。详见图2.3-4

(5) 地下水功能区划

根据《广东省地下水功能区划》（广东省水利厅，2009年8月），本项目管道沿线涉及“韩江及粤东诸河惠州沿海地质灾害易发区（H084413002S01）”和“东江惠州惠阳惠东地下水水源涵养区（H064413002T03）”。详见图 2.3-5。

表 2.3-2 本项目穿越河流地表水功能区划一览表

序号	编号	功能现状	水系	河流	起点	终点	长度(km)	水质现状	水质目标	行政区划	备注	依据	穿越方式	穿越次数
1	10000	农	粤东沿海诸河	白云河	惠东大岭岗	惠东斗石龙水	19	Ⅲ类	Ⅲ类	惠州市惠东县	又名新田水	粤环【2011】14号	开挖	1次
2	/	/	/	竹园河	/	/	/	/	/	惠州市惠东县	/	/	开挖	1次
3	/	/	/	联丰河	/	/	/	/	/		/	/	开挖	1次
4	/	/	/	夹坑河	/	/	/	/	/		/	/	顶管	1次
5	/	/	/	晓联河	/	/	/	/	/		/	/	顶管	1次
6	/	/	/	下沙河				V类	V类	惠州市大亚湾区		《惠州大亚湾经济技术开发区环境保护和生态建设“十三五”规划》	顶管	1次
7	/	/	/	青龙河	/	/	/	V类	V类		/		顶管	1次
8				苏埔河				V类	V类				顶管	1次
9	/	/	/	南坑河	/	/	/	V类	V类		/		顶管	1次
10	/	/	/	澳背河	/	/	/	Ⅳ类	Ⅳ类		/		架管	1次
11	/	/	/	柏岗河	/	/	/	Ⅳ类	Ⅳ类		/		顶管	1次

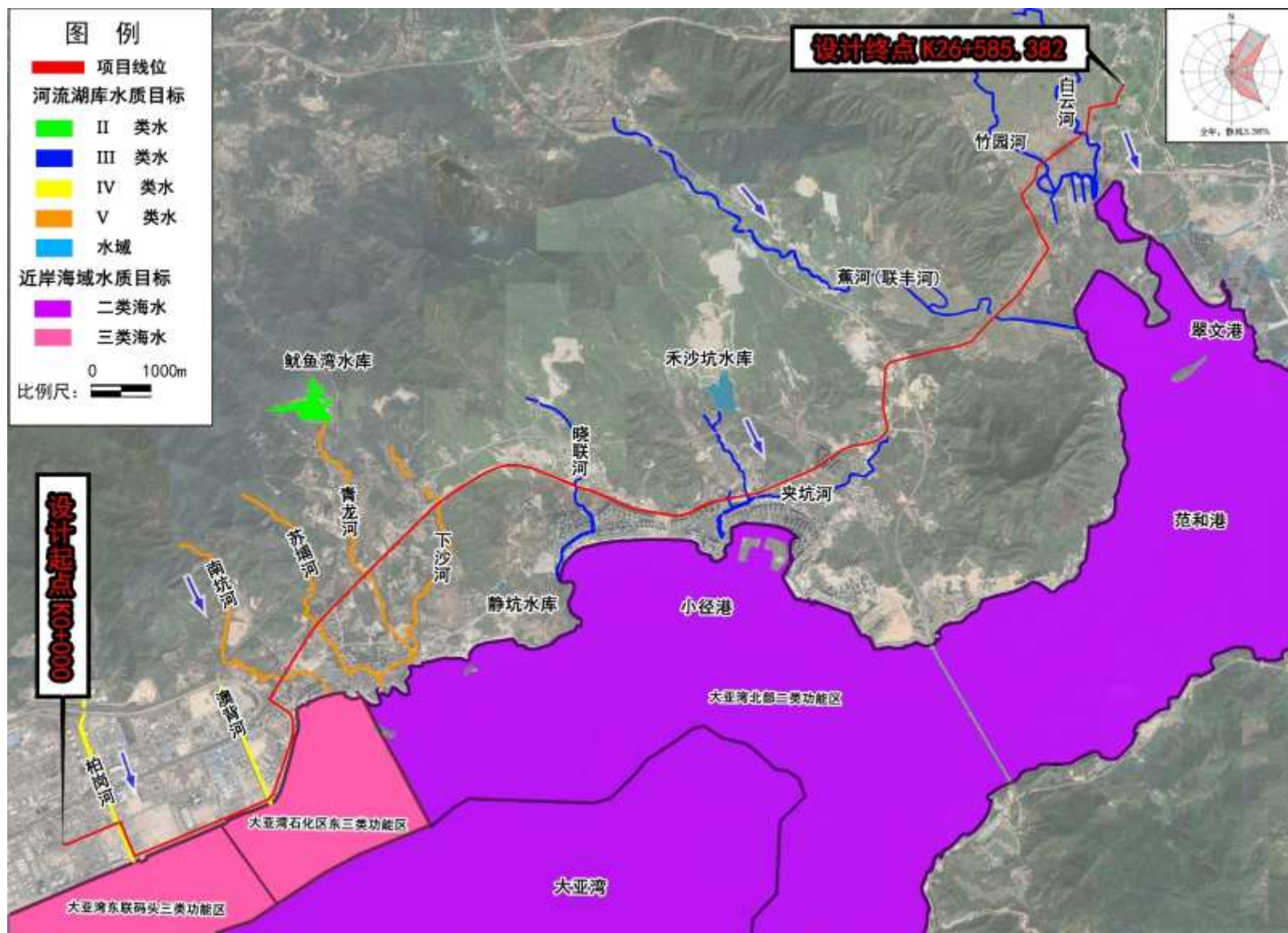


图 2.3-2 地表水功能区划图

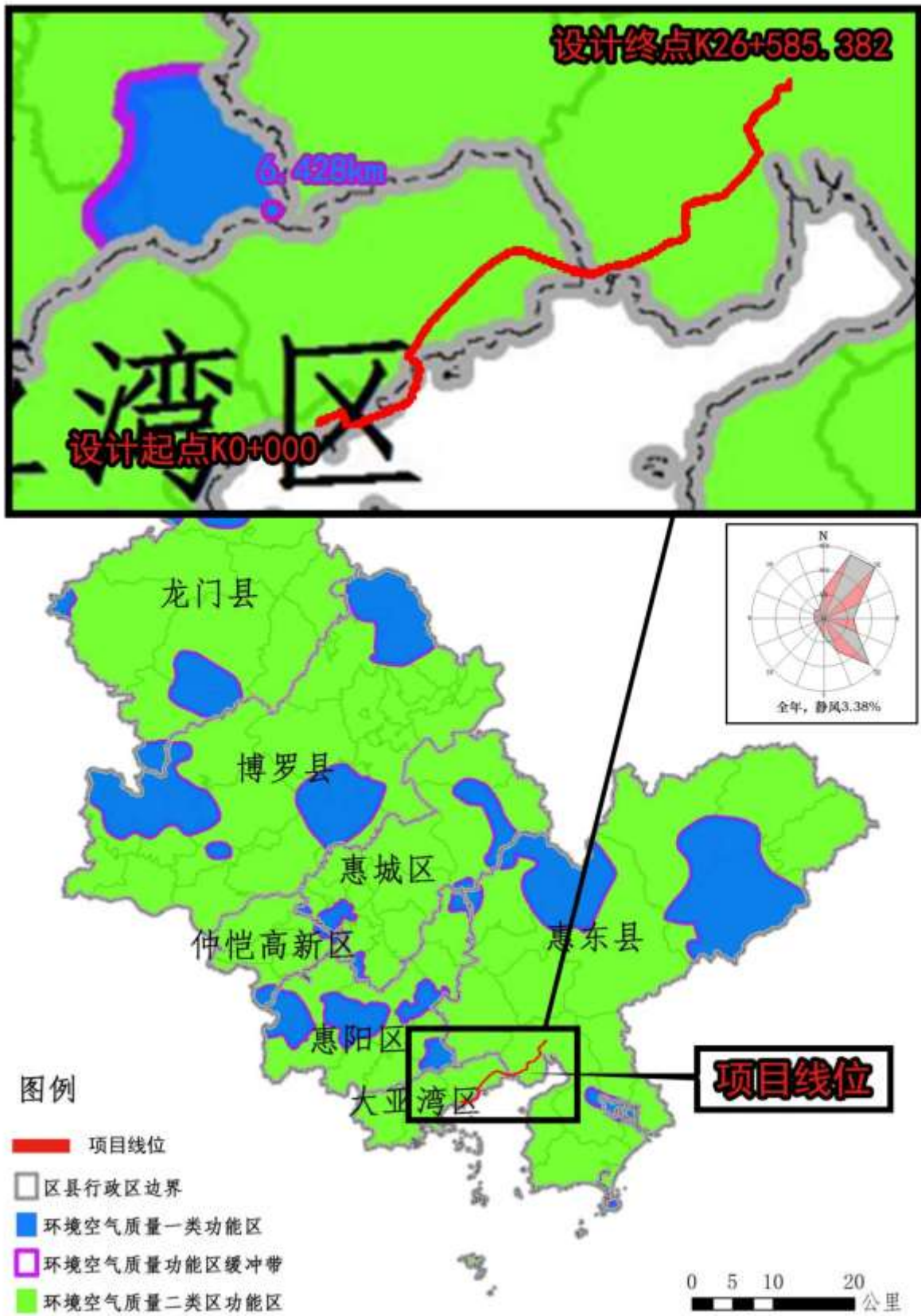


图 2.3-3 环境空气功能区划图

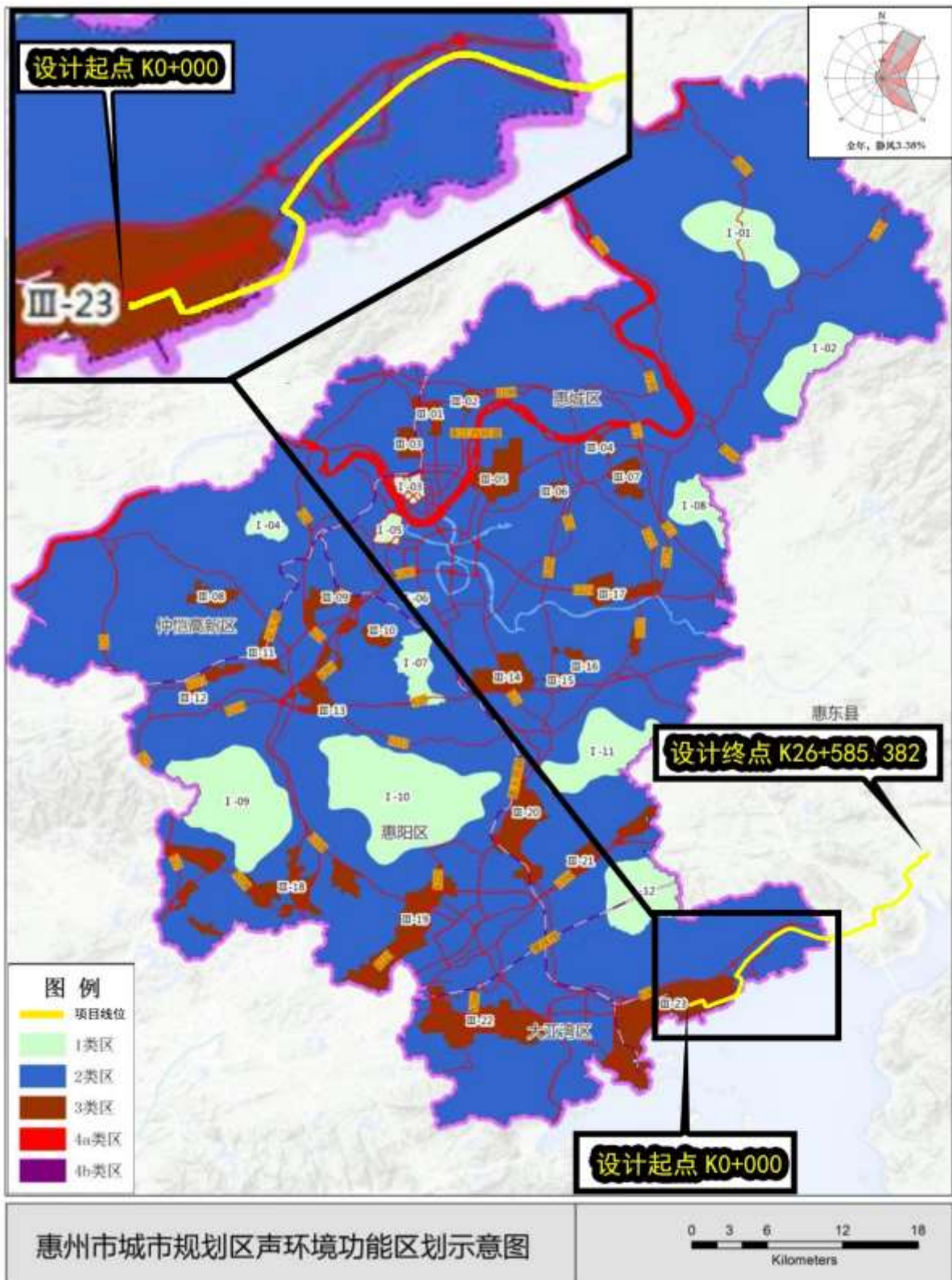


图 2.3-4 声环境功能区划图

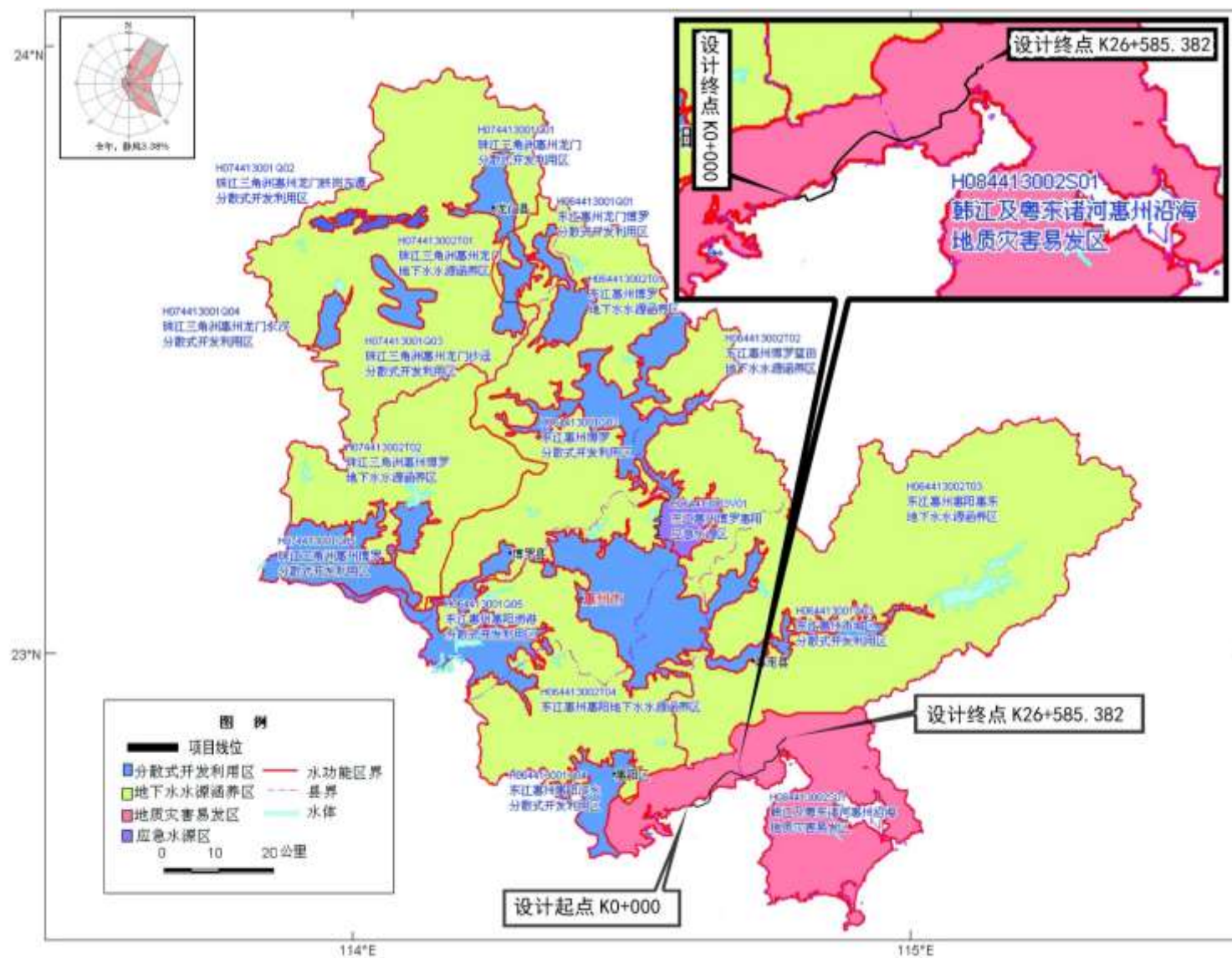


图 2.3-5 地下水功能区划图

(6) 生态功能区划

1) 广东省生态功能区划

根据《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》（粤府【2006】35号），本项目管道线路穿越“E2-4-1 莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态功能区”。详见表 2.3-3 和图 2.3-6。

2) 惠州市生态功能区划

根据《惠州市环境保护和生态建设“十三五”规划》，本项目管道线路穿越“1306 惠东沿海城镇开发区”和“3923 大亚湾沿海经济集约利用开发区”。详见表 2.3-4 和图 2.3-7。

表 2.3-3 广东省生态功能区划（惠州市范围）

编号	功能区名称	面积（平方公里）	比例（%）
E1	南岭中亚热带常绿阔叶林生物多样性保护与水源涵养生态区	61987.43	35.15
E1-3	北江中游山地丘陵水土保持生态亚区	25101.22	40.49
E1-3-2	北江中游山地丘陵水土保持生态功能区	17508.37	69.75
E1-3-6	龙门中东部沿河农业与城镇经济区	643.17	2.56
E1-4	南岭东部山地水源涵养与生物多样性保护生态亚区	14755	23.8
E1-4-4	新丰江水库水源涵养生态功能区	1259.65	8.54
E2	广东中部山地丘陵南亚热带季风常绿阔叶林水土保持生态区	63756.15	36.16
E2-3	珠三角北部山地丘陵水土保持与生态农业生态亚区	6684.12	10.48
E2-3-1	增城—博罗丘陵山川林农复合水土保持生态功能区	4238.43	63.41
E2-3-2	惠州—河源山川谷地旱作生态农业生态功能区	2445.68	36.59
E2-4	莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态亚区	19729.76	30.95
E2-4-1	莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态功能区	13884.25	70.37
E4	珠江三角洲平原农业-都市经济生态区	16622.71	9.43
E4-1	深莞惠珠江东岸都市生态亚区	4951.38	29.79
E4-1-2	惠州平原丘陵城市经济—农林复合生态功能区	1283.49	25.92

表 2.3-4 惠州市生态功能区划方案

一级区名称	二级区名称	三级区名称	面积/km ²	主导功能
1 东部山地森林生态区	11 白盆珠水库水源地保护区	1101 白盆珠水库水源保护区	74.0	水土保持、水源涵养、生态恢复
		1102 白盆珠水库水源涵养与生物多样性保护区	787.5	水土保持、水源涵养、生态恢复、生物多样性保护
	12 惠城—惠东生物多样性保护区	1203 惠城—惠东生物多样性保护区	1354.4	水土保持、生态恢复、生物多样性保护
	13 惠州沿海山地生态维护区	1304 莲花山—大亚湾山地生态维护区	771.1	生态维护、水土保持、水源涵养
		1305 捻平半岛山地生态维护区	309.1	生态维护、水土保持、水源涵养
		1306 惠东沿海城镇开发区	240.6	生态农业、生态旅游、污染控制
2 北部山地丘陵森林生态区	24 龙门北部生物多样性保护与水源涵养区	2407 天堂山水库水源涵养与生物多样性保护区	391.4	水土保持、水源涵养、生态恢复、生物多样性保护
		2408 龙门河上游水源涵养与水土保持区	308.7	水土保持、水源涵养、生态恢复
		2409 南昆山生物多样性保护区	435.0	水土保持、生态恢复、生物多样性保护
	25 龙门中部河谷农业与城镇区	2410 龙门河中游河谷农业与城镇生态区	615.9	农业发展、污染控制、人居环境优化
		2411 永汉河河谷农业与城镇生态区	107.3	农业发展、污染控制、人居环境优化
	26 博罗—龙门生物多样性保护区	2412 龙门南部水土保持区	508.2	水土保持、水源涵养、生态恢复
		2413 博罗北部生物多样性保护与水土保持区	645.3	水土保持、生态恢复、生物多样性保护
		2414 罗浮山生物多样性保护区	196.1	水土保持、生态恢复、生物多样性保护
		2415 显岗水库水源地保护与水源涵养区	273.2	水土保持、水源涵养、生态恢复、生物多样性保护
		2416 象头山生物多样性保护区	360.3	水土保持、生态恢复、生物多样性保护
3 中部平原丘陵农田生态区	37 中部东江平原丘陵农业与新城生态区	3717 博罗北部东江河谷丘陵农业生态区	664.6	农业发展、污染控制、生态基质维护
		3718 博罗南部城镇与农业生态区	676.0	农业发展、污染控制、人居环境优化
		3719 仲恺高新产业集约利用开发区	301.8	污产业优化、染控制、人居环境优化
	38 西枝江下游平原丘陵农业区	3720 西枝江下游平原丘陵农业生态区	705.1	农业发展、污染控制、生态基质维护
	39 南部平原丘陵城市经济与农林复合区	3921 惠城中心城区及密集城镇区	693.2	产业升级、污染控制、人居环境优化
		3922 惠阳城市及城郊农业生态区	283.6	产业升级、污染控制、人居环境优化、生态农业
		3923 大亚湾沿海经济集约利用开发区	154.6	产业优化、污染控制、人居环境优化
3924 惠州城市绿岛生态区		487.8	生态基质维护、水土保持、水源涵养、生态恢复	
4 南部海洋生态区	40 南部海洋生态维护区	4025 大亚湾水产资源自然保护区	960.0	生态系统维护、湿地保护、污染控制
		4026 惠东海龟保护区	18.0	海龟保护，生态维护

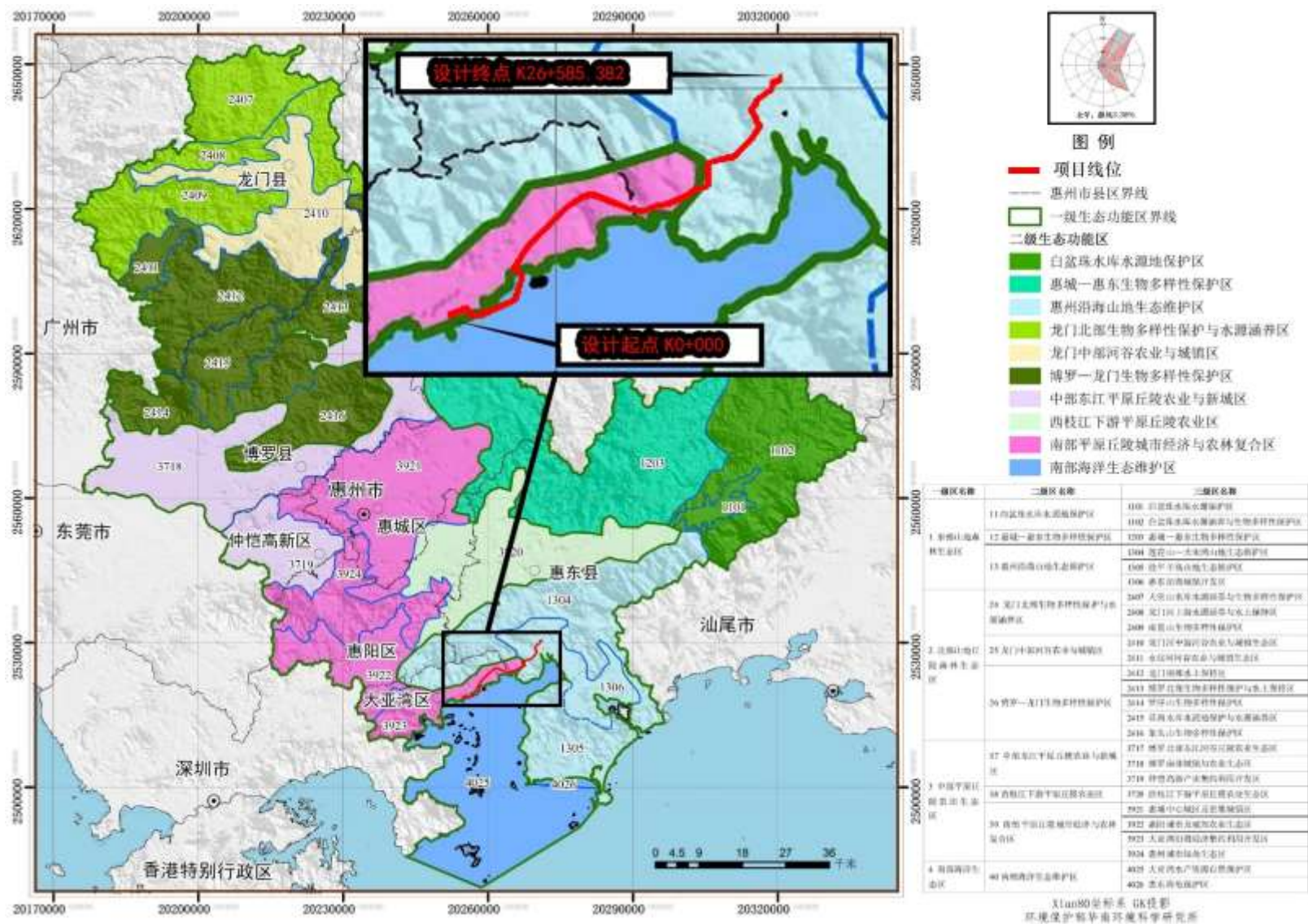


图 2.3-2 本项目与惠州市生态功能区划的位置关系图

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

(1) 环境空气

本项目管道沿线均位于二类功能区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其 2018 年修改单的二级标准；其标准值详见表 2.4-1。

表 2.4-1 环境空气质量标准(摘录)

污染物名称	取值时间	二级标准	浓度单位
二氧化硫 SO ₂	年平均	60	μg/m ³
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
二氧化氮 NO ₂	年平均	40	μg/m ³
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
一氧化碳 CO	24 小时平均	4	mg/m ³
	1 小时平均	10	
可吸入颗粒物 PM ₁₀	年平均	70	μg/m ³
	24 小时平均	150	
可吸入颗粒物 PM _{2.5}	年平均	35	μg/m ³
	24 小时平均	75	
臭氧 O ₃	日最大 8 小时平均	160	μg/m ³
	1 小时平均	200	

(2) 地表水

根据《广东省地表水环境功能区划》(粤环【2011】14 号)和《惠州大亚湾经济技术开发区环境保护和生态建设“十三五”规划》，本项目管道穿越的河流涉及 III 类、IV 类和 V 类水体，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类、IV 类和 V 类标准，具体标准限值见表 2.4-2。

(3) 地下水

根据《广东省地下水功能区划》(广东省水利厅，2009 年 8 月)，本项目管道沿线涉及“韩江及粤东诸河惠州沿海地质灾害易发区(H084413002S01)”，地下水功能区保护目标水质类别为 III 类，地下水环境质量执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类水质标准，详见表 2.4-3。

表 2.4-2 地表水环境质量标准限值（摘录） 单位：（mg/l, pH 除外）

序号	指标	III类	IV类	V类
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限制在： 周平均最大温升≤1；周平均最大温降≤2		
2	pH 值（无量纲）	6~9	6~9	6~9
3	溶解氧（DO）≥	5	3	2
4	化学需氧量（COD _{Cr} ）≤	20	30	40
5	五日生化需氧量（BOD ₅ ）≤	4	6	10
6	高锰酸盐指数≤	6	10	15
7	氨氮（NH ₃ -N）≤	1.0	1.5	2.0
8	总磷（以 P 计）≤	0.2	0.3	0.4
9	氟化物（以 F 计）≤	1.0	1.5	1.5
10	氰化物 ≤	0.2	0.2	0.2
11	挥发酚 ≤	0.005	0.01	0.01
12	石油类 ≤	0.05	0.5	1.0
13	阴离子表面活性剂 ≤	0.2	0.3	0.3
14	硫化物 ≤	0.2	0.5	1.0
15	硫酸盐 ≤	250	250	250
16	氯化物 ≤	250	250	250

表 2.4-3 地下水环境质量标准（摘录）

序号	指标	III类标准值	单位
1	pH 值	6.5~8.5	无量纲
2	总硬度（以 CaCO ₃ 计）	≤ 450	mg/L
3	溶解性总固体	≤ 1000	mg/L
4	硫酸盐	≤ 250	mg/L
5	氯化物	≤ 250	mg/L
6	铁	≤ 0.3	mg/L
7	锰	≤ 0.10	mg/L
8	铜	≤ 1.00	mg/L
9	锌	≤ 1.00	mg/L
10	铝	≤ 0.20	mg/L
11	耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	≤ 3.0	30mg/L
12	氨氮（以 N 计）	≤ 0.50	mg/L
14	硫化物	≤ 0.02	mg/L
15	钠	≤ 200	mg/L
16	总大肠菌群	≤ 3.0	MPN/100 mL
17	亚硝酸盐（以 N 计）	≤ 1.00	mg/L
18	硝酸盐（以 N 计）	≤ 20.0	mg/L
19	氰化物	≤ 0.05	mg/L
20	氟化物	≤ 1.0	mg/L

(4) 声环境

根据《惠州市环境保护规划纲要(2007-2020)》、《惠州市声环境功能区划分方案》(惠府函【2017】445号),穿越交通干线两侧30m范围内拟执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a类标准;其余线路段执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准。

表 2.4-4 声环境质量标准

单位: dB(A)

环境功能区类别		昼间	夜间
2类		60	50
4类	4a类	70	55

(5) 河流底泥

河流底泥参照执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018),详见表 2.4-6。

表 2.4-6 农用地土壤环境质量标准值(风险筛选值)(mg/kg)

序号	污染物项目 ^{①②}		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注: ①重金属和类金属砷均按元素总量计。
②对于水旱轮作地,采用其中较严格的风险筛选值。

2.4.2 污染物排放标准

(1) 废气

本项目营运期无废气排放，施工扬尘污染因子为颗粒物，执行《广东省大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段无组织排放监控浓度限值。详见表 2.4-7。

表 2.4-7 大气污染物排放限值 (摘录)

污染物	无组织排放监控浓度限值		标准来源
	监控点	浓度 (mg/m ³)	
颗粒物	周界外浓度最高点	0.40	《广东省大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)

(2) 废水

本项目营运期检修排水，沉淀后用于浇灌林地或绿化等；施工期分段施工，施工队伍吃住租用当地民房，沿线不设施工营地，生活污水依托于当地生活污水系统排放；施工场地废水和设备清洗废水经沉淀、隔油处理后回用于施工场地洒水、降尘，试压废水沉淀后用于浇灌林地或绿化等，回用标准执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002) 中建筑施工标准及绿化标准，详见表2.4-8。

表 2.4-8 水污染物排放限值

序号	污染物	(GB/T18920-2002)	
		建筑施工标准	绿化标准
1	pH ≤	6.0-9.0	6.0-9.0
2	色(度) ≤	30	30
3	浊度(NTU) ≤	20	10
4	溶解性固体(mg/L) ≤	--	1000
5	五日生化需氧量(BOD ₅)(mg/L) ≤	15	20
6	氨氮(mg/L) ≤	20	20
7	阴离子表面活性剂(mg/L) ≤	1.0	1.0
8	铁(mg/L) ≤	--	--
9	锰(mg/L) ≤	--	--
10	溶解氧(mg/L) ≥	1.0	1.0
11	总大肠菌群(个/L) ≤	3	3

(3) 噪声

本项目营运期管道沿线无噪声污染源，施工期施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中的噪声限值标准，详见表2.4-9。

表 2.4-9 建筑施工场界噪声标准(GB12523-2011)

昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
70	55

(4) 固体废物

固体废物贮存过程应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的要求。危险废物执行《危险废物贮存污染物控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单。

2.5 评价工作等级与评价范围

2.5.1 评价工作等级

根据环境影响评价技术导则中评价工作等级的划分原则,结合项目实际情况,评价级别确定如下:

(1) 水环境影响评价等级

本项目营运期检修产生少量排水,外运处理;施工期分段施工,施工队伍吃住租用当地民房,沿线不设施工营地,生活污水依托于当地生活污水系统排放;施工场地废水和设备清洗废水经沉淀、隔油处理后回用于施工场地洒水、降尘,试压废水沉淀后用于浇灌林地或绿化等,不直接排入水环境。因而本项目水环境影响评价等级按三级B。

(2) 环境空气影响评价等级

环境空气影响评价工作等级划分是根据项目主要污染物排放量、周围地形复杂程度以及当地执行的环境空气质量标准等因素来确定的。

本项目主要大气污染物来自位于施工设备尾气。主要污染物为SO₂、NO_x、烟尘、CO、HC等,污染物排放量极小,且为暂时性,根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018),本项目环境空气影响评价工作等级定为三级。

(3) 声环境影响评价等级

由于项目地处声环境2类功能区,营运期无噪声污染源,施工期影响程度及影响范围均较小。项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在3dB(A)以内,受影响人口数量变化不大,依据《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2009),确定本评价的声环境评价等级为二级。

(4) 生态环境影响评价等级

本项目受影响区域均为施工期临时占地,临时占地面积为7.61hm²<20km²。根据现场勘查和资料收集,项目不在自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区内,也不在风景名胜区、森林公园、地质公园、原始天然林等重要生态敏感区内,

但项目距离特殊生态敏感区——广东大亚湾水产资源省级自然保护区较近（即涉及自然保护区），根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的 6.1.2 条、6.1.4 条、6.1.6 条等，项目生态影响评价等级定为一级，项目除涉及广东大亚湾水产资源省级自然保护区的线段海域生态影响按一级评价外，其他按三级评价。

（5）地下水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目为引水工程，属于III类项目。本项目的管线不涉及集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；不涉及除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区；不涉及集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；不涉及未划定准保护区的集中水式饮用水水源保护区以外的补给径流区；不涉及特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区；项目所在区域仍有部分采用地下水井，因此敏感程度分级为较敏感。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目地下水环境影响评价工作等级为三级。

表2.5-2 地下水评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

2.5.1.6 土壤环境评价等级

本项目为引水工程，属于《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A 表 A.1 土壤环境影响评价项目类别识别表中水利行业——其他，土壤环境影响评价项目类别为III类；项目为原水管道供水工程，不属于导则所指的盐化、酸化、碱化等生态影响型项目。另外，项目为原水管道供水工程，属于临时性占地，不会对土壤造成污染影响，因而可不进行土壤环境影响评价。

2.5.2 评价范围

（1）水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则—地表水环境》(HJ 2.3-2018)规定以及项目特点,确定本项目地表水环境影响评价范围为:河流穿越处上游 500m、下游 1500m 的范围。

(2) 环境空气评价范围

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018),本工程为三级评价,不需要设置大气环境影响评价范围。

(3) 噪声环境评价范围

本项目的声环境评价工作等级为二级,根据《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ2.4-2009),确定本项目的声环境评价范围为:管道中心线两侧 200m 包络线以内的范围。

(4) 生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则—生态影响》(HJ 19-2022),本项目未穿越生态敏感区,生态影响评价范围为:管道中心线两侧 300m 内范围,涉及广东大亚湾水产资源省级自然保护区段扩大至整个生态敏感区。

(5) 地下水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ 610-2016),本项目评价等级为三级。根据区域地下水特征,确定本项目地下水范围为:管道中心线两侧各 200m 的带状范围。

(6) 土壤环境评价范围

《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018),本项目评价等级为三级。确定本项目土壤评价范围为:管道中心线两侧各 200m 的带状范围。

2.6 项目环境保护目标与敏感目标

2.6.1 污染控制目标

(1) 控制和减轻管沟开挖及临时施工便道建设对地表植被和土壤的破坏而造成水土流失。

(2) 控制和减轻管沟开挖及临时施工便道建设对管道沿线林业、农业生态系统的影响,尽量减少对基本农田的占用,落实好分层开挖、分层堆放、分层回填和农田的恢复措施。

(3) 控制沿线穿跨越河流对地表水体的影响,特别注意控制Ⅲ类及Ⅲ类以上水体

河流周围的施工活动，防止由于施工等活动，影响地表水体和地下水体功能。

(4) 控制涉及广东大亚湾水产资源省级自然保护区对该自然保护区水生生态的影响，防止影响其生态功能。

2.6.2 环境保护目标

(1) 环境空气保护目标

根据 2.5.1 小节，不需设置大气环境影响评价范围，因此无环境空气保护目标。

(2) 声环境保护目标

本工程的声环境保护目标为管道中心线两侧 200m 包络线范围内的居民点、学校和医院，详见表 2.6-1 和图 2.6-1。

(3) 水环境保护目标

本项目的水环境保护目标包括管道穿跨越的河流水体（III 类及以上水体），主要为白云河。

(4) 生态环境保护目标

1) 总体保护目标

保护沿线的耕地（含基本农田）、土地资源、动植物物种资源，减少水土流失和景观破坏。项目沿线主要的生态保护目标见表 2.6-2。

表 2.6-2 生态保护目标

序号	保护对象	位置	主要保护内容	实施阶段
1	耕地	穿越耕地 4.8km（含基本农田 4.3km）	农田保护区质量、数量保护；农田水利设施的保护与复垦	设计、施工、营运
2	植被	全线涉及处	植被覆盖率、生物量、群落完整性的保护与恢复	
3	国家规定保护的动、植物资源	全线涉及处	按国家规定需要保护的各类动、植物资源	
4	沿线地貌	全线涉及处	预防及减轻水土流失程度、景观保护	
5	临时用地	全线涉及处	防止植被、耕地破坏，预防及减轻水土流失、景观保护	
6	景观	全线涉及处	线路走向、结构设计、保护措施与沿线景观的协调保护	
7	特殊生态敏感区	广东大亚湾水产资源省级自然保护区	动、植物资源，水生生态系统	

表 2.6-1 本项目管道两侧 500m 范围内声环境敏感点一览表

序号	环境敏感点					性质	所在管段	方位	与管道最近距离 (m)	200m 范围内人口 (人)	影响因素
	自然村	社区/村	镇/街	区/县	地级市						
1	冲头排	老坑村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K26~起点	W	186	约 5	声环境
2	圭景村	五配村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K26~起点	E	22	约 250	声环境
3	石头岭小学	竹园村	稔山镇	惠东县	惠州市	学校	K25~K26	E	98	约 180	声环境
4	石头岭	竹园村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K23~K24	E	6	约 150	声环境
5	曾屋寮	联丰村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K22~ K23	W	84	约 40	声环境
6	石龙阻	联丰村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K22~ K23	E	115	约 5	声环境
7	联丰中心小学	联丰村	稔山镇	惠东县	惠州市	学校	K22~ K23	E	68	约 200	声环境
8	石桥村	联丰村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K21~K22	NW	28	约 120	声环境
9	下柠檬	联丰村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E20~K21	SE	108	约 50 人	声环境
10	上柠檬	联丰村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E20~K21	S	25	约 30 人	声环境
11	惠州市碧桂园十里银滩学校		稔山镇	惠东县	惠州市	学校	E17~K19	NW	10	约 400 人	声环境
12	坭围村	船澳村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E17~K18	W	18	约 40 人	声环境
13	碧桂园十里银滩山林海		稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E17~K18	S	22	约 2600 人	声环境
14	盐灶背村	盐灶背村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E15~K16	N	13	约 110 人	声环境
15	盐灶背小学	盐灶背村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E15~K16	N	77	约 320 人	声环境
16	楼角村	盐灶背村	稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	E15~K16	N	14	约 120 人	声环境
17	碧桂园十里银滩水蓝天		稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K14~K16	S	45	约 3200 人	声环境
18	碧桂园十里银滩钻石海小区		稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K14~K15	N	15	约 1440 人	声环境
19	碧桂园十里银滩观山海小区		稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K14~K15	S	73	约 2100 人	声环境
	碧桂园银滩花园		稔山镇	惠东县	惠州市	居民区	K13~K15	S	75	约 1800 人	声环境
	碧桂园梵高的海		霞涌街道	惠东县	惠州市	居民区	K13~K14	S	60	约 2500 人	声环境
	晓阳村	晓联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K13~K14	N	85	约 110 人	声环境
	径东村	晓联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K12~K13	N	30	约 350 人	声环境
	径西村	晓联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K11~K12	N	56	约 320 人	声环境

序号	环境敏感点					性质	所在管段	方位	与管道最近距离 (m)	200m 范围内人口 (人)	影响因素
	自然村	社区/村	镇/街	区/县	地级市						
	楼下小学	晓联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K11~K12	N	73	约 280 人	声环境
	上东村	上角村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K9~K10	NW	45	约 260 人	声环境
	沙排村	义联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K9~K10	SE	46	约 230 人	声环境
	沙田	义联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K8~K9	NW	64	约 50 人	声环境
	下田	义联村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K8~K9	SE	69	约 80 人	声环境
	虎头沙	霞涌村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K8~K9	NW	41	约 70 人	声环境
	老圩村	霞涌村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K7~K8	NW	100	约 30 人	声环境
	苏埔村	霞涌村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K7~K8	SE	33	约 560 人	声环境
	南坑村	霞涌村	霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K6~K7	NW	55	约 240 人	声环境
	水岸金韵名苑		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K6~K7	SE	34	约 860 人	声环境
	伟基小区		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K6~K7	NW	147	约 220 人	声环境
	惠电家园		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K6~K7	SE	50	约 480 人	声环境
	小城故事		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K6~K7	SE	45	约 1400 人	声环境
	香海湾		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K5~K6	NE	33	约 2500 人	声环境
	浅水湾小区		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K5~K6	NE	27	约 3300 人	声环境
	惠炼家园		霞涌街道	大亚湾	惠州市	居民区	K5~K6	SW	45	约 1300 人	声环境
	霞涌派出所		霞涌街道	大亚湾	惠州市	单位	K5~K6	NE	17	约 20 人	声环境

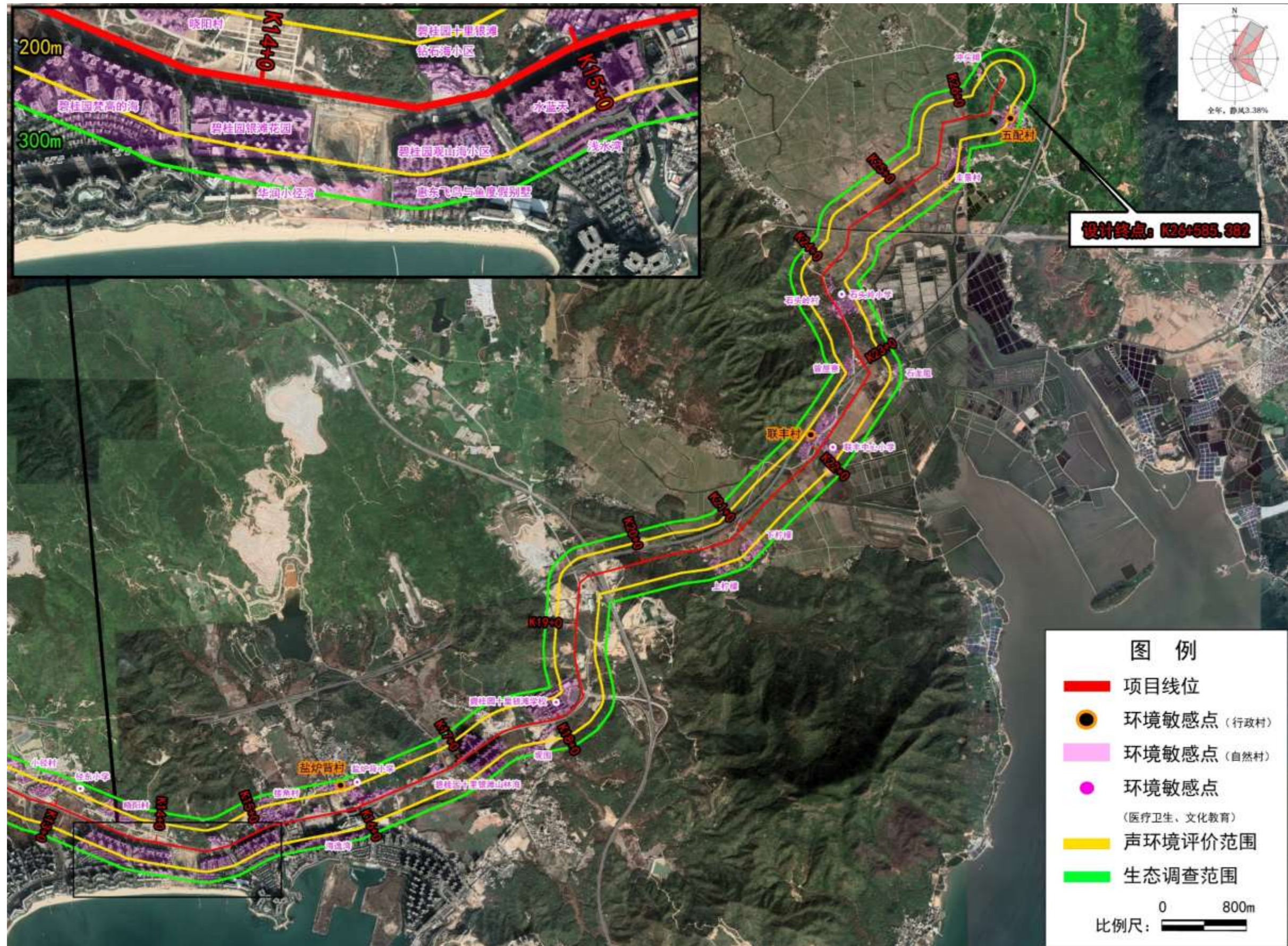


图2.6-1b 项目声环境敏感点分布图

（2）特殊生态敏感区及生态红线

本项目管道 300 米范围内涉及广东大亚湾水产资源省级自然保护区试验区及大亚湾水产资源省级自然保护区限制类红线区，其情况详见表 2.6-3。本项目与广东大亚湾水产资源省级自然保护区的位置关系详见图 2.6-2。本项目与惠州市生态红线的位置关系详见图 2.6-3。

（3）耕地（含基本农田）

本项目站场、阀室不占用耕地和基本农田，管道以开挖敷设方式穿越耕地 4.8km（含基本农田 4.3km），均属于临时占用。

本项目与惠州市基本农田集中区位置关系详见图 2.6-4。

表 2.6-3 本项目评价范围内生态敏感区分布情况一览表

类别	序号	保护区名称	行政	覆盖区域		主要保护对象	类型	级别	始建	批复文件	主管	与本项目的位关系	
			区划	面积 (km ²)	海岸线长 度 (km)				时间		部门	桩号	方位, 距离
自然保护区	1	广东大亚湾水产资源省级自然保护区	深圳大鹏新区、惠州大亚湾、惠东县	986.35	/	主要水生生物种群；海龟、珊瑚等珍贵、濒危重点保护水生野生动物种群；重要水生物种的产卵场、索饵场；红树林、海藻场、岛礁海洋生态系统以及珊瑚群落。	海洋自然保护区	省级	1983 年	粤府函（1983）63 号；粤海渔（2002）80 号；粤自然资规（2021）1133 号	自然资源		南及东南侧，247m
生态红线	2	大亚湾水产资源省级自然保护区限制类红线区	深圳大鹏新区、惠州大亚湾、惠东县	587.59	123.39	水产资源及海海域生态环境	营运期	/	/	粤府（2017）275 号	自然资源		东南侧，25m

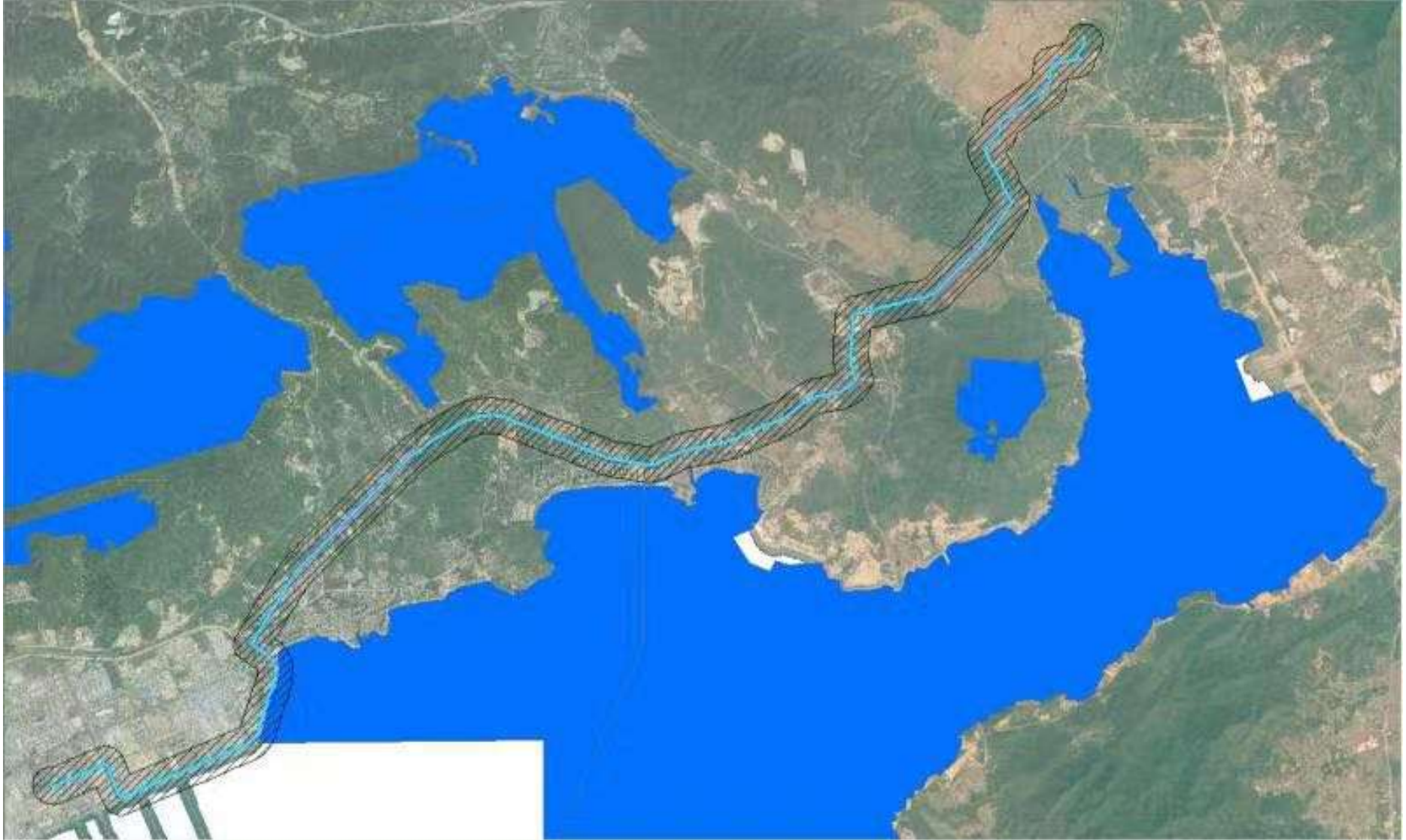


图 2.6-3 本项目与惠州生态红线的位置关系图

2.7 评价工作重点

根据建设项目所在环境功能区划、工程建设内容及规模、工程建设过程的环境影响因素及环境影响特点，本报告的评价重点为：

- (1) 地表水、环境空气、噪声、地下水、土壤等现状监测、管道沿线周边生态调查，特别是广东大亚湾水产资源省级自然保护区水生生态调查；
- (2) 施工期环境影响分析与评价、污染防治措施等；
- (3) 施工期生态保护措施和对策。

2.8 环境影响因素识别及评价因子筛选

2.8.1 环境影响因素识别

根据工程分析结果，采用矩阵识别法对拟建项目在施工期和营运期产生的环境因素进行识别，识别结果见表 2.8-1。

表 2.8-1 环境影响因素识别表-1

时段		评价因子	性质	程度	时间
施工期	管线敷设	水环境	-	较小	短期
		环境空气	-	较大	短期
		声环境	-	较大	短期
		固体废物	-	一般	短期
		生态环境	-	较大	短期
	社会经济		-	较小	短期
营运期	管线通水	水环境	/	较小	短期
		环境空气	/	/	/
		声环境	/	较小	短期
		固体废物	/	较小	短期
		环境风险	/	/	/
	社会经济		+	较大	长期

注： 1、本表中“+”为有利影响，“-”为不利影响； 2、以上为正常工况； 3、“/”为无影响

本工程建设带来的环境问题主要来自施工活动对环境造成的不利影响。施工期主要不利影响是工程建设施工作业占用等对植被、土壤和生态环境的影响，施工扬尘及机械燃油尾气对区域大气环境的影响，施工活动及施工机械噪声对区域声环境的影响，施工废水、试压排水对区域水环境影响以及土石方、建筑施工固废等区域环境的影响。

工程营运期正常工况对区域环境影响基本没有影响，检修时会产生一定的废水、泥浆、废渣和噪音，对地表水、声环境产生轻微影响。详见表 2.8-2。

表 2.8-2 环境影响因素识别表-2

行为或环境因子		自然环境					社会环境及生活质量						
		环境空气	地表水	生态环境	水土流失	声环境	水生环境	土地利用	供水安全	健康安全	工业发展	社会经济	人民生活
管线	施工期	场地清理	▽ ◎		▽ ◎		▽○						
		物料临时堆放		▽ ◎	▽ ◎								
		施工设备使用	▽ ◎				▽●			▽○			▽○
		施工材料运输	▽ ◎				▽ ◎			▽○			
		生活及生产排气	▽ ◎										
		生活垃圾及建筑固废	▽ ◎	▽ ◎	▽ ◎			▽ ◎		▽ ◎			
		管道试压水		▽ ◎	▽ ◎			▽ ◎					
		生活及生产排气	▽ ◎										
		生活垃圾及建筑固废	▽ ◎	▽ ◎	▽ ◎			▽ ◎		▽ ◎			
		管线开挖			▼○		▽○		▼ ◎				
		管道试压水		▽ ◎	▽ ◎			▽ ◎					
	营运期	管线检修		▽○			▽○						

注：▽短期负效应 ▼长期负效应 ▲长期正效应 ○轻微影响 ◎一般影响 ●较大影响

2.9.2 评价因子筛选

根据本项目污染物排放特征、所在地环境污染特点和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)的要求,确定本项目评价因子表 2.8-3。

表 2.8-3 评价因子一览表

环境要素	现状评价因子	影响评价因子
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} ;	施工期: 粉尘
地表水环境	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数(COD _{Mn})、化学需氧量(COD _{Cr})、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群。	定性分析
噪声	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
地下水	K ⁺ +Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、色度、嗅和味、浑浊度、铜、锌、镍。	定性分析
生态环境	土地利用类型、植被类型、土壤类型、动物、生物量、生物多样性	植被、动物、生物量、生物多样性

3 工程概况及工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 项目基本情况

- (1) 项目名称：稔平半岛至大亚湾供水工程
- (2) 建设单位：惠州市惠大水务有限公司
- (3) 建设性质：新建
- (4) 项目类别：五十一、水利——126 引水工程——跨流域调水；大中型河流引水；小型河 流年总引水量占引水断面天然年径流量 1/4 及以上；涉及环境敏感区的（不含涉及饮用水水源保护区的水库配套引水工程）
- (5) 建设地点：本项目全线位于广东省惠州市惠东县和大亚湾经济技术开发区境内。
- (6) 建设内容及规模：本工程为新建原水管道起于稔平供水工程分水点处，沿厦深高铁南侧、X207 现有道路、石化大道、滨海大道、滨海十路及碧海路，敷设至大亚湾石化区水厂处（项目位置见图 1.1-1）。项目设计管道主管直径 DN1600，管道全长约 26.6 km，供水规模为 20 万 m³/d。线路走向见图 3.1-1。
- (7) 项目投资：工程估算总投资约 60344.75 万元，其中环保投资 100 万元，环保投资占总投资 0.2%。
- (8) 建设期：本工程设计施工工期为 17 个月，即从 2022 年 11 月起至 2024 年 3 月。
- (9) 劳动定员：项目考虑管道检漏、巡线等运行维护工作，定员 6 人。

3.1.2 工程组成

本项目主要为管道工程，具体工程量见表 3.1-1。

表 3.1-1 本项目主要工程量表

序号	项目	规格	单位	数量	材质	备注
1	给水管道		m	27811		
1.1	钢管（开挖）	D1600	m	6812		普通埋地敷设
1.2	钢管（过铁路）	D1600	m	136		过铁路段-顶

						管
1.3	钢管（顶管）	D1600	m	18867		顶管
1.4	钢管（岩石顶管）	D1600	m	1305		岩石顶管
1.5	钢管（开挖）	D1600	m	665		全线包封
1.6	钢管（架空跨河）	D1600	m	26		壁厚24mm
1.7	顶管工作井	井内径 7600	座	76	钢筋砼	井深6m
1.8	顶管接收井	井内径 5500	座	69	钢筋砼	井深6m
1.9	破补现状绿化带		m ²	5327		
1.10	破补现状沥青路面		m ²	14456		
1.11	破补现状人行道地砖		m ²	9192		
1.12	IV 型拉森钢板桩支护	L=9m	延米	4288		双侧支护
1.13	围堰兼施工便道	b=5m, h=1.5m	m	665		
1.14	施工便道	b=5m	m	2808		0.5m 碎石面层
1.15	施工围挡		m	21900		
1.16	挖土方		m ³	138157		其中土石方 9204 m ³
1.17	回填土方		m ³	51141		
1.18	回填砂		m ³	55092		
1.19	回填黏土		m ³	4042		
1.20	7:3 砂石混合料换填		m ³	8034		
1.21	现状管线迁移及保护		项	1		
1.22	城市道路临时占地		m ²	43200		
1.23	顶管井占地及其他临时占地		m ²	14402		
1.24	房屋鉴定占地		m ²	10259		
1.25	蝶阀	DN1600	个	9		含配套伸缩器
1.26	阀门井	井内径 3600	座	9		07MS101- 2, 页25
1.27	排泥蝶阀	DN600	个	16		含配套伸缩器
1.28	排泥三通	DN1600 x DN600	个	16		
1.29	排泥阀井	井内径 1800	座	16		07MS101- 2, 页24
1.30	排泥湿井	井内径 1600	座	16		07MS101- 2, 页59
1.31	排气阀	DN200	套	40	球墨铸 铁	含配套伸缩器
1.32	排气阀井	井内径 2400	座	40		07MS101- 2, 页52
1.33	排气三通	DN1600 x DN200	个	40		



图 3.1-1 本项目线路走向图

3.1.3 供水方案

本方案采用供原水模式，供水规模为 20 万 m³/d。

(1) 方案总体布局

本方案根据大亚湾区近远期用水需求，考虑到主要用水需求为石化园区新进驻重大项目，原水可满足其用水水质要求，以及兼顾大亚湾区内部分水厂原水之需，从稔平供水工程分水点处驳接分水，分水规模为 20 万 m³/d。分水后供水主管管线走向同方案二，全长约 26.6km，管径为 DN1600，按远期水量一次建设。

霞涌及稔山临湾片区则通过利用石化区水厂配水管网已覆盖至该区域的现状，由石化区水厂供水。

根据石化区水厂配水井工艺流程图，配水井水位标高为 12.60m（85 国家高程，下同），稔平半岛供水工程分水口离稔山调压塔约 1.5km，调压塔设计水位为 42.82m，溢流水位为 43.36m，分水口处水压稳定为 40.0~42.0m，经水力计算复核，中途无需增设加压泵站，详见报告附图水力坡降图。

本方案采用点对点供原水模式，总长约 26.6km 管道需一次性敷设方可满足末端用水之需。

(2) 方案对稔平半岛供水工程调度的影响

原稔平半岛供水工程服务对象仅为稔平半岛片区，近期系统供水点包括新村水库、稔山水厂及黄坑泵站，利用新村水库与稔山水厂的标高关系，将新村水库作为长距离引水的中转及调节水库，新村水库常规取水控制水位按 39.0~41.0m，拟采用的运行调度方式为：① 开启西枝江鲤鱼岭取水泵站，当新村水库水位提高至 41.0m 时，取水泵站关闭，稔山水厂及黄坑泵站可靠新村水库重力流取水；② 当新村水库水位下降至 39.0m 时，鲤鱼岭取水泵站开启，直接供水至稔山水厂与黄坑泵站的同时，往新村水库蓄水。

新增本次引水管道之后，由于大亚湾供水方向中途近期无中转水库，原水管道直通用户，因此鲤鱼岭取水泵站需持续开机，在本次大亚湾方向分水口处需设置大亚湾与稔平半岛两个方向的调节阀，实际运行分为两个工况：① 新村水库水位达预设水位 41.0m 时，稔平半岛方向阀门处于关闭状态，鲤鱼岭取水泵站仅供石化区水厂；② 新村水库下降至水位 39.0m 时，稔平半岛方向阀门牌开启状态，鲤鱼岭取水泵站供大亚湾及稔平半岛两个区域。具体可根据实际需水量调整鲤鱼岭的水泵开启数量及运行频率。

3.1.4 主体工程

3.1.4.1 线路工程

1、供水起、终点

本次供水起点起于稔平供水工程分水点处，终点位于大亚湾石化区水厂，全长约 26.6 公里。

2、线路走向

(1) 管线路由

自稔平供水工程分水点驳接出来，沿高铁南侧自东往西于石头岭附近接 207 县道并沿县道，再经石龙咀、曾屋寮、联丰村、上柠檬、下柠檬等地，至广惠高速桥下国储油地块附近折南向沿 207 县道经亚婆角收费站后西折经碧桂园山林海接入石化大道，然后沿石化大道向西至大亚湾石化园区东入口处拐向滨海大道至石化园区。

(2) 沿线地形地貌

管道沿线所经地区多为平原和低丘陵地貌，有部分低山谷地和水网地区。

低山丘陵主要分布在稔山镇管道所经范围，植被茂密，以桉树林、果树为主，零星分布有松树、灌木丛，管道主要从山脚过。平原主要分布在起点-联丰段管道所经范围，地形稍起伏，地表植被稀疏，以农田为主。水网全线均有分布，地形起伏较小。

(3) 沿线交通条件

本工程管道全线位于广东省惠州市惠东县（稔山镇）和大亚湾区（霞涌街道）境内；工程周边区域主要交通干线有：S30 惠深沿海高速、S21 广惠高速、厦深高铁、207 县道、石化大道东、石化大道中、东环路、滨海大道、滨海十路、碧海路等，其间有多条县、乡级乡村道路穿插，交通条件及社会依托较好。

3、施工方式

(1) 沿厦深高铁段

设计管道起点于稔平供水工程分水点处驳接分水，顶管方式穿至厦深高铁南侧后，沿高铁南侧基本平行敷设，该段总长约 2.89km，以惠深沿海高速为界分为东西两段，其中东段为避开现状房屋，设计管道距离高铁南侧 64m 平行布置，采用顶管方式实施，部分穿山段采用岩石顶管，顶管长度约为 540m；西段管道下穿惠深沿海高速后为开阔农田区，距离高铁南侧边线 30m 采用顶管形式进行敷设，长度约为 2350m。顶管井位

置尽量靠近现状道路，便于材料运输，减少施工临时占地。

（2）沿 207 县道段

而后管道沿现状田埂路西侧敷设进入 207 县道，经石龙咀、曾屋寮、联丰村、上柠檬、下柠檬等地，根据现况道路两侧边线条件，分为以下两种情况进行敷设：①当现况道路两边线外侧空间受限时，设计 DN1600 管道布置在道路车行道下，距离道路车行道边线 1.5~3m 控制；②当现况道路两边线外有足够空间时，设计 DN1600 管道拟敷设在道路边侧线外，距离道路车行道边线 1.5~3m。

（3）沿石化大道段

设计管道至广惠高速桥下国储油地块附近折南向沿 207 县道经亚婆角收费站后西折经碧桂园山林海接入石化大道，至大亚湾区东大门处。石化大道为双向六车道，路面宽度为 33~37m。根据现况道路北侧边线条件，分为以下两种情况进行敷设：①当现况道路北侧边线外侧空间受限时，设计 DN1600 管道布置在道路北侧车行道下，距离道路车行道边线 3~5m 控制；②当现况道路北侧边线外有足够空间时，设计 DN1600 管道拟敷设在道路北侧人行道下，距离道路车行道边线 4m。

石化大道管线纵多、错综复杂，包含输油管道及燃气管，故本次可研推荐采用顶管的方式施工，在道路两侧分别设置顶管工作井及接收井，将管道从工作井中顶至接收井中。双管工作井及接收井均为圆形，工作井平面尺寸暂定为 $\phi 7.6\text{m}$ ，接收井平面尺寸暂定为 $\phi 5.5\text{m}$ ，工作井和接收井均采用沉井的方式施工。施工的同时做好交通疏解，最大限度减小对现有道路交通的影响。

（5）沿东环路段

设计 DN1600 供水管道拟布置在东环路东北侧，采用支护开挖与顶管相结合的方式施工。东环路西南侧非机动车道上，全线现状管线均较多，分布有电缆沟、供水管、污水管、通信管等，管道埋设难度大，无空间。故本次管道主要沿东环路东北侧敷设，东北侧从石化园区东大门至惠州海洋环境监测站路段，管线较多，采用顶管方式实施；监测站至东五路段，管线较少，具备支护开挖埋管的可行性。

（6）沿滨海大道段

由于现状滨海大道段北侧现状管线较多，故设计 DN1600 供水管道全线拟布置在滨海大道南侧，顺接东环路东侧设计管道。主要采用开挖，局部路段支护开挖的施工方式。对滨海大道分段描述：

A、东五路至滨海十三路段

该段为在建大亚湾区海堤达标加固工程实施范围，现场海堤加固改造正在围蔽实施，位于道路南侧车行道外侧，经与社管局沟通确认，可采用开挖方式施工，但需做好防渗措施及上部绿化或铺砖的恢复。

B、跨澳背河段

跨河段采用架空跨河的方式，河道跨度约 26m，采用在河道两岸设镇墩，适当增加本段管道壁厚至 D1620X24 的方式。

C、中海物流码头段

根据已有的地质钻探资料，该段表层除路面结构层外，下部为 2.0~3.0m 的填土层，再往下基本为原填海工程所用的块石碎石层，考虑到填土层厚度不一，软硬交界点多，且距离较长，顶管方式施工难度较大，因此该段推荐采用明挖方式施工。

D、滨海十二路至滨海十路段

本段沿南侧现状海堤敷设，采用开挖方式施工，做好相应的防渗措施。

表3.1-2 供水管道分段施工方式一览表

分段序号	分段简称	分段长 (m)	分段管道主要采用施工方式
①	沿厦深高铁段	2507	全顶管，穿山段采用岩石顶管
②	沿207 县道段	3748	部分开挖兼支护；部分顶管(过河、过村及下穿高速等段)
③	沿深海高速穿山段	1050	岩石顶管，局部开挖支护
④	沿石化大道段	12553	顶管为主，有条件路段采用开挖兼支护实施
⑤	沿滨海大道段	4415	支护开挖为主，部分路段采用顶管
⑥	沿滨海十路段	693	围堰兼支护开挖，局部过路段采用顶管
⑦	沿碧海路段	1619	支护开挖为主，局部过路段采用顶管
合计 (m)		26585	

4、穿越工程

(1) 管道穿越厦深高铁

供水管线自稔平半岛供水工程分水点后，涉及穿越厦深高铁，管道于高铁南北两侧分别设置检修阀门，防止焊管水流对高铁桥墩基础造成影响。随后管道沿高铁南侧敷设供水主管。

(2) 管道穿越山体

供水管线过厦深高铁后，沿现状田埂路西侧敷设进入 207 县道，中途涉及穿越现况

山体，拟采用顶管技术，顶进法施工，单段顶进长度约 1050 米。由于顶管距离长，需选择具有长距离顶管经验的施工队伍，并做好施工应急预案。

（3）管道穿越现状村道

供水管道沿现况道路布置，为避免开槽施工对道路交通的影响，考虑采用直槽钢板桩支护方式，减少开槽断面宽度。穿越村庄路段，道路两侧房屋紧邻道路，为避免沟槽支护及开槽过程中对两侧房屋结构造成安全隐患，吸取该地区随道路直埋管线工程的经验教训，管线穿越村庄段拟采用顶管实施。

（4）管道穿越基本农田

管道沿线涉及较多基本农田保护区，拟通过顶管施工穿越基本农田，顶管采用球墨铸铁顶管，不需设置套管。顶管工作坑及接收坑均布置在现况道路及村道旁，避免临时道路征地，最大限度减少租用农田的面积。

5、供水管管材及管径

本项目承担着往大亚湾区供水的重任，对管道运行安全性有较高的要求，综合经济、使用寿命、施工便利等条件，考虑本项目为单管敷设，为了确保供水的安全性，推荐采用钢管，材质为 Q235B。本工程供水管道管径为 DN1600mm。

6、管道附属构筑物

1、排气方案

本工程采用复合式排气阀，阀径取 DN200，压力等级取 1.0Mpa。输水管道在坡度小于 0.1%时，宜每隔 0.5~1km 左右设置进气、排气阀，一般情况下，每隔 1.0km 左右设置进气排气阀。进气排气阀的口径在仅需要排气功能时宜取输水管道直径的 1/12~1/8。在进排气功能均需要时，宜取输水管道直径的 1/8~1/5。本项目套用标准图集，根据主管管径选取对应排气阀口径。

2、排水排泥方案

供水管道需在管道下凹处及阀门间管段的最低处，一般需设置排水管和排水阀，以便排出管内沉积物或管道检修时放空管道。排水管应与母管底部平接并具有一定坡度，如地形高程允许，可直接排水至河道、沟谷。如地形高程不能满足直排要求，可建湿井或集水井，再用潜污泵将水排出。

在管线纵断面起伏低处、纵向同坡向，设置排泥（泄水）阀，其管径按规程为干管的 1/5~1/4，考虑到管线纵坡小，放水时间按 6 小时计算，阀型采用蝶阀，工作压力同

干管。本项目套用标准图集，根据主管管径选取对应排水管和排泥阀口径，直埋管段排水采用干湿分离的排水井，湿井就近排入自然水系或市政雨水管道内；管道倒虹过河段则建集水井，采用移动式潜污泵排水。

3、检修阀及检修孔

为便于输水管道事故的检修，需根据检修道路情况、事故排水情况考虑设置检修阀门。本工程输水管线地势起伏较大，管道纵坡较大，为减小放水时间，加快检修速度，检修阀间距按 2.5~3.5km 左右设计，检修阀采用蝶阀，管径同干管管径。

4、管道转弯处理

在输水管道的平面及竖向设计中，管线应尽量顺直，少转弯或尽量减小转弯角度，避免设置大角度弯头。该措施在减少管道对弯头支墩的推力的同时，也减轻了管道运行的危险性。由于本工程距离长，压力高，所以在管道转弯处要尽量采用各种技术措施减少水头损失。主要措施为管道路线设计中避免急转弯，通过优化线路尽可能减少水头损失。

7、管道设计

(1) 管道接口

本工程主管采用 Q235B 焊接钢管，焊接接口。

(2) 管道基础

普通埋地焊接钢管管道基础采用 180° 砂基础，管道基础中粗砂厚 200。架空钢管管道基础采用桩基础。

(3) 地基处理

本工程供水管线线路长，沿途经过农田、河道、鱼塘等淤泥层较厚的地段，也穿越铁路、高速公路、村道等既有交通区域，需要针对不同的情况制订不同的设计方案，保证供水管道能够顺利地敷设。

1) 管道经过农田

管道在农田中敷设，当管道底部落在为稳定的老土层时，在管道底部铺设厚 300mm 的 7:3 的砂石混合料作为管道基础。

2) 管道经过鱼塘及软弱土层地段

①当管道下的软弱土层较薄时，可以将软弱土层全部清除干净后，用 7:3 的砂石混合料换填至管底，消除软弱土层震陷的影响。

②当管道下的软弱土层较厚时，将软弱土层全部清除干净工程量太大，可以采用抛石挤淤、预制管桩、水泥土搅拌桩或高压旋喷桩的方式对管道地基进行处理，消除软弱土层震陷的影响。

3) 管道经过液化土层地段

①当管道下的液化土层较薄时，可以将液化土层全部清除干净后，用 7:3 的砂石混合料换填至管底，消除液化土层的影响。

②当管道下的液化土层较厚时，将液化土层全部清除干净工程量太大，可以采用振冲碎石桩的方式对管道地基进行处理，消除液化土层的影响。

4) 其他管道基础部分若落在道路路基或中砂、粘土层上，能满足承载力要求时，无需另外进行地基处理。

(4) 管道施工

本工程管道根据不同埋深要求及周边环境情况等要素拟分别采用放坡开挖、支护开挖施工和顶管方式施工。

当沟槽周边场地开阔、沟槽挖深小于 3m，开挖对周边环境影响较小时，首选造价较低放坡开挖，开挖边坡暂定 1:0.5~1:1。

当开挖深度超过 3m 或沟槽周边场地狭小、开挖对房子和大堤等建（构）筑物影响较大时，为降低对周边的影响，选用密扣型拉森钢板桩（当建筑物基础与基坑边间距离小于 5 米时应采用静压植桩机施工工艺减少震动对建筑物影响）支护开挖，当基坑深度 $H \leq 3\text{m}$ 时，钢板桩桩长取 6m；当基坑深度 $3\text{m} < H \leq 5\text{m}$ 时，钢板桩桩长取 9m；当基坑深度 $5\text{m} < H \leq 7\text{m}$ 时，钢板桩桩长取 12m。

当管道穿越既有铁路、高速公路等路基、穿越基本农田，与现状管道交叉（含油管），或管道埋深较深，不适宜采用开挖方式施工时，采用顶管方式施工。土质地层段采用常规顶管工艺，顶管工作井、接收井间距约 100~150m；岩质地层段采用泥水平衡式岩石顶管机顶进，顶管工作井、接收井间距根据穿越山体实际情况确定，但不宜超过 500m。顶管井采用沉井或逆做井施工，根据现场施工条件不同拟采用 D500 水泥土搅拌桩或 D600 高压旋喷桩作为顶管井止水帷幕，宜优先采用水泥土搅拌桩，如没有水泥土搅拌桩实施条件，选用高压旋喷桩。

(5) 管槽回填

管中下部采用范围内采用中粗砂回填，其它部位及管道采用符合要求压实性能好的

原状土或石屑回填，并达到相应的压实度要求，上部可采用石屑或符合要求的原状土分层压实回填，同时应满足道路或地面要求。

(6) 施工便道和围堰

本工程部分管段施工时无机械设备材料进场条件，需填筑施工便道，便道宽度根据施工机械通行和工作面要求取 4~8 米。明挖施工的管道，考虑通长施工便道；顶管施工的管道，在顶管井位置考虑施工平台。

河道内明挖施工的管道或敷设管道时需占用断面时，需要考虑围堰施工。当在河道内填筑施工便道时，便道可兼做围堰。围堰采用粘土包围堰，当河道没有放坡条件做粘土包围堰时，也可采用双侧钢板桩填芯围堰。堰顶标高=常水位+0.5m。堰顶宽度，无行车要求时取 1.5m；有行车要求时应满足便道的宽度要求。

(7) 支墩设计

1) 对于钢管，当管道在水平及竖直向有一定角度时，管道接口位置会承受管道内的内水压力，当内水压力超过管道接口的承受能力时，管道就会脱开，从而影响管道的正常使用。为了避免这种情况发生，在水平及竖直向转弯处，应设置混凝土支墩，保证管道的使用安全。

2) 管道支墩的混凝土强度等级为 C30。

3) 管道支墩应落在承载力较高的稳定土层。

4) 管道支墩的大小，应根据管道的内水压力、接口能够承受的内水压力、弯折角度等数据综合确定。

(8) 顶管设计

本工程中部分管道埋深较深，部分区域穿越既有铁路、公路及基本农田等，施工用地协调难度较大，拟采用顶管法施工。

顶管掘进工艺包括手掘式顶管、土压平衡式顶管及泥水平衡式顶管。

1) 顶管掘进工艺的选择

顶管掘进工艺的选择应根据管道所处土层性质、管径、地下水位、附近地上与地下建筑物、构筑物和各种设施等因素，经技术经济比较后确定。可视具体情况选择顶进方法：

①在粘土或砂性土层，且无地下水影响时，宜采用土压平衡或泥水平衡机械式顶管法。在探明地下存在障碍物无法使用平衡模式，且对不适用的地层条件采取可靠处理措

施确保安全施工的条件下，管道外径 1.2m 以上及 2m 以下时才能使用手掘式工艺。

②在土层中必须控制地面隆陷或穿越流砂地层时，宜采用泥水平衡式顶管法。

③当穿越现状山体，且穿越地层主要为风化岩层（岩体强度大于 10MPa）时宜采用泥水平衡式岩石顶管机顶进。

2) 工作井的设计

工作井是顶管施工的临时设施，其内部设有后背、导轨、排水坑、密封门等设备。在顶进过程中是管节、土方运输的出入口，长距离顶管时工作井可做为转向井，顶管竣工后工作井经过改建还可做为管道工程的检查井等附属构筑物，因此工作井的选位对顶进长度、使用功能、安全等显得十分重要。

3) 工作井位置选择

①顶管工作井的位置应按下列条件选择：管道井室的位置；可利用坑壁土体作后背；便于排水、出土和运输；对地上与地下建筑物、构筑物易于采取保护和安全施工的措施；距电源和水源较近、交通方便；单向顶进适宜设在下游一侧。

②工作井的尺寸

应能容纳安装在井内的顶管设备和满足下管出土的要求，其尺寸应符合规范的规定。矩形工作井宽度为 m 、长度为 m 、深度为 m 。

③工作井结构

工作井的结构应具备足够的安全度。工作井的支撑宜形成封闭式框架，矩形工作井的四角应加斜撑。当采用沉井、逆做井时，其结构应坚固、牢靠，能全方向地抵抗土压力、地下水压力及顶进时的顶力。

4) 顶管施工工艺

①手掘式顶管

工作原理：在工作井的顶进轴向后方，布置一组主油缸，将管道放在主油缸前面的导轨上，在管道最前端安装工具管。主油缸顶进时以工具管开路，将管道压入土体中。人工在工具管内前端挖土，土方被运出管外，主油缸回油，加顶铁顶进，回油，即顶铁安装管道，继续顶进，循环施工，直至顶完全程。

适用范围：适用于 $1.2m \leq \text{管外径} \leq 2.0m$ ，无地下水并对沉降无严格要求的粗砂、细砂、粉砂、砂制粉土、粉质粘土。适用于短距离顶管。

②土压平衡式顶管

工作原理：随着工具管的顶进，刀盘在不断转动，开挖面转削下来的泥土进入搅拌舱，被搅拌成软塑状态的均质土。由螺旋输送机排出搅拌舱，用小斗车输送排放到管外。适用范围于中、长距离顶管。

③泥水平衡式顶管

工作原理：随着工具管推进，刀盘在不断转动。进泥管不断供泥水，排泥管不断将混有弃土的泥水排出泥水舱。泥水舱要保持一定的压力，使刀盘在有泥水压力的情况下向前钻进。为使挖掘面保持稳定，必须向泥水舱注入一定压力的泥浆，泥浆在压力作用下向土体内部渗透，在开挖面形成一层泥浆护壁。

泥水平衡式顶管是一种新型的全断面钻削式掘进机顶管技术。该技术适用的土质比较广，特别适用于渗透系数小于 10^{-3}cm/s 砂性土。泥水平衡或顶管施工速度快，弃土采用管道运输，可以连续出土，挖掘面稳定，土层损失小，地面沉降较小。

3.1.4.2 防腐设计

本工程地处亚热带气候地区，金属表面极易发生锈蚀。

本项目防腐主要是管道的防腐，采用钢管管材，其防腐设计如下：

1) 外侧防腐：钢管外侧除锈后采用涂层保护辅以电化学保护，是在钢管外表除锈之后，涂缠 2~3 层玻璃布、环氧煤沥青等防腐材料。在特殊环境条件下也可采用阴极保护（以外加电流阴极保护为主）等电化学防腐方法。

2) 内侧防腐：钢管的内防腐通常采用水泥砂浆涂衬和高分子涂料防腐。

3) 上述防腐主要生产管材厂家做，项目主要是现场接口二次涂层防腐。

3.1.4.3 临时工程

1、施工营地

施工期不设施工营地，施工人员租住于当地民居。

2、施工便道

(1) 临时道路建设要求

临时道路主要作用为临时施工便道，其建设及选取原则：

①施工便道按照普通砂石路等级设计，路基宽 5m，路面宽 3.5m，砂石路面，转弯半径不小于 15m，坡度能适应运送管道。

②尽量利用原有的道路或废弃的道路，在此基础上拓宽或者整修。

③对于水网地区、高（低）山地区，因交通条件限制，均需要考虑新修施工便道，便于机械进场作业。

（2）临时道路工程占地

根据工程设计说明资料，本工程新修施工便道 560m，整修施工便道约 9.9km。施工结束后，整修的施工便道在现有道路的基础上进行整修，整修后的道路全部保留并交由地方继续使用（同时可作为检修道路），其余施工道路全部恢复原地貌。

3、临时堆管场

为了方便施工，加快施工进度，需要在沿线设置一定数量的临时堆管场。临时堆管点选择在作业带附近拖车和装卸机械车辆等大型设备能够到达的平坦空地，远离冲沟、洼地和山洪冲泻的地方。根据管道沿线地形，每隔 3km 设临时堆管场 1 处。全线共临时布置 10 个堆管场，共涉及临时占地 0.08hm²。设置原则为尽量利用站场阀室的永久占地设置，其余均在管道施工作业带内布置，不新增临时用地。

4、弃渣场

本项目弃方由建筑工程公司接收，运至建筑工程公司的建筑工地进行综合利用，不设置弃渣场。

3.1.4.4 总图布置

1、施工场地区域规划布置

施工场地的工棚、仓库、材料场地、砼拌和场等的布置应以有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理为原则，进行分区布置，根据工程施工特点，布置如下表，具体施工布置详见图 3.4-1。

表 3.4-1 施工工程布置一览表

编号	项 目	单 位	数 量
1	临时道路	km	18.2
2	仓库	m ²	2×600
3	砂石料场	m ²	8×200
4	加工场	m ²	2×600
5	砼搅拌场	m ²	8×200
6	块石料场	m ²	8×200
7	管材料场	m ²	8×200
8	施工围堰	m	28×20
9	抽水台班	台班	28×100

2、土石方平衡

本工程共开挖土方 13.82 万 m³，回填土石方 12.58 万 m³，弃渣土石方 1.24 万 m³。弃渣土与当地政府签订协议，运至政府指定的余泥渣场。

3.1.6 项目用地

本工程临时占地为管道施工作业带占地、施工便道等占地，经统计，本工程临时占地总面积为7.61hm²。

(1) 平原直埋管沟及作业带区

本工程线路总长度为107.5km，扣除公路穿越区长度4500m、铁路穿越区长度320m、水域穿越区长度3670m，管道作业带实际长度约为99.01km。按照主体工程规定的作业带宽度计算，平原直埋管沟及作业带临时占地面积应为99.48hm²。

(2) 丘陵直埋管沟及作业带区

按照主体工程规定的作业带宽度计算，丘陵直埋管沟及作业带临时占地面积应为143.54hm²。

(3) 公路及铁路穿越区

公路穿越区长度4500m、铁路穿越区长度320m，公路及铁路穿越区作业带临时占地面积为8.87hm²。

(4) 水域穿越区

水域穿越区长度3670m，水域穿越区临时占地面积为8.38hm²。

(5) 施工便道区

本工程新修施工便道560m，整修施工便道约9.9km；经计算占地面积约为9.88hm²。

(6) 堆管场区

本工程线路总长度为26.5km，全线共临时布置10个堆管场，共涉及临时占地0.8hm²，均在管道施工作业带内布置，不新增临时用地。

本次工程建设征地范围呈带状分布，工程占地范围内没有房屋，不涉及人口搬迁。工程均为临时占地，对当地农业生产影响不大。部分施工道路沿乡村道路布置，在施工期可能对交通产生一些不利影响，工程施工时需引起充分注意。由于工程占地范围内的没有居住型房屋，只涉及一些简陋的猪圈、厕所等临时建筑物，不涉及人口搬迁。

3.1.7 环保工程

3.1.7.1 施工期污染控制措施

1) 大气污染防治

(1) 施工扬尘

为减少施工过程中扬尘的产生量，拟采取如下措施：

①开挖施工过程中产生的扬尘，采用洒水车定期对作业面和土堆洒水，使其保持一定湿度，降低施工期的粉尘散发量。

②在施工现场进行合理化管理，统一堆放材料，尽量减少搬运环节，搬运时轻举轻放，防止包装袋破裂。

③施工现场设置围栏或部分围栏，缩小施工扬尘的扩散范围。

④当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的沙粉等建筑材料采取遮盖措施。

⑤保持运输车辆完好，不过满装载，尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿程抛洒，及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，定时洒水压尘，减少运输过程中的扬尘。

(2) 柴油机排放尾气

对于施工机械（柴油机）排放的尾气，经线路实际踏勘可知，使用柴油机线段周围地势开扩，远离敏感点，有利于废气的扩散，且污染源本身排放量较小，并具有间歇性和短期性，因此不会对周围环境造成很大的污染。

2) 水污染防治

(1) 生活污水

施工过程产生的废水主要为施工人员的生活污水和管道投产清管所排放的含铁锈等固体杂质的污水。

本项目沿线不设施工营地，施工队伍租住附近民房或旅馆，生活污水依托当地的污水排放系统。

(2) 试压废水

试压废水主要含铁锈和泥沙等杂质，经沉淀过滤后排入附近的沟渠河流。由于管道清管和试压是分段进行的，局部排放量相对较少，同时废水中主要含少量铁锈、焊渣和泥砂，经收集进行沉淀处理后，可排入附近功能要求不高的沟渠、河流是可行的。

禁止施工单位向沿线河流中 II 类及以上水体、饮用水源河段及水库排放管道试压废水。

(3) 地表水环境敏感点大开挖施工的措施

开挖施工的河流，根据其功能注意避开灌溉季节，防止因施工影响下游取水。

施工生产废水（包括泥浆分离水、管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等）均不得随意排放，需经处理达标后排入指定的地点（须经当地环保部门认可）。

施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强施工机械维护，防止施工机械漏油。

含有害物质的建筑材料如沥青、水泥等不准堆放在河漫滩附近，并应设棚盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土方石应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道。

3) 噪声污染防治

施工过程产生的噪声主要为施工机械（钻机、运输车辆、切割机、柴油发电机、混凝土翻斗车、搅拌机和震捣棒等）发出的噪声。施工期可采取如下措施：

(1) 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的工况，以便从根本上降低噪声源。

(2) 在居民区附近施工时严格执行当地政府控制规定，严禁在晚上 10 时至次日 6 时进行高噪声施工，夜间施工应向环保部门申请，批准后才能根据规定施工。

(3) 在施工中严格控制作业时间，根据具体情况，合理安排施工时间，高操作水平，与周围居民做好沟通工作，减少对敏感地点的影响，防止发生噪声扰民现象。

(4) 运输车辆应尽可能减少鸣号，尤其是在晚间和午休时间。

(5) 合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声级过高。

(6) 建立临时声障，在施工过程中可根据情况适当建立单面声障。

4) 固体废弃物处理

施工期产生的固体废弃物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、施工废料和弃渣等。

(1) 生活垃圾

本项目沿线不设施工营地，施工队伍租住附近民房或旅馆，生活垃圾依托当地的生活垃圾收集清运系统。

(2) 废弃泥浆

废弃泥浆与当地政府签订协议，运至政府指定的余泥渣场。

(3) 工程弃土

施工过程中产生的弃土主要为管道在陆地开挖敷设时或穿越公路、铁路敷设时多余的泥土和碎石。在不同地段采取不同的措施，将该部分土石方全部利用。

①在耕作区开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）土分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量（高出地面 0.3~0.5m），多余土方就近平整。

②在穿越公路、铁路时，顶管产生的多余泥土和碎石用于地方乡道建设填料、或道路护坡。

(4) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料依托当地职能部门有偿清运。

3.1.7.2 生态恢复措施

1) 本项目临时性工程占地仅在施工阶段对沿线土地利用产生短期影响，且大部分用地在施工结束后能恢复原有的利用功能；但对沿线两侧各 5m 范围内的林地占地影响较大，施工结束后这一范围内不宜种植深根性植物，即不能恢复为施工前的林业用地，设计中考虑结合地方生态建设规划，进行种草绿化。施工结束后，随着生态补偿或生态恢复措施的实施，临时性工程占地影响将逐渐减小或消失。

2) 采用挖沟埋管为主的管道施工，管沟开挖过程中实施“分层开挖、分层堆放和分层回填”的措施，生熟土分开堆放，管线建设完毕后及时恢复沿线地表原貌，种植新的草地和其他与环境相宜的植物，使土壤生态环境的影响得到有效的控制。控制和减轻管沟开挖及施工便道建设对地表植被和土壤的破坏而造成的水土流失。

3) 施工中产生的弃土石方从以下几个方面进行处理：修路垫路基，用于水土保持工程使用，剩余部分应设专门渣场堆放，渣场的选择要合理，应避开当地的泄洪道，并征得当地水土保持和环保管理部门的同意，堆渣场应修筑拦渣坝、截水沟、并进行平整绿化。

根据基本农田保护条例与土地法的要求，施工期对农田生态的破坏，依据“占补平衡”的原则，对破坏的农田采取补偿与恢复措施；对砍伐树木就地或异地予以补偿，毁多少棵树补多少棵树，尽量减少对沿线自然生态环境的破坏。

4) 管线所经区域内河流时，在施工过程中，严格控制对鱼类产卵有害的河流淤塞。在过河管道的施工过程中，制定有利的措施，加强对河流生物、鱼类的保护，尽量减少对水资源的破坏。

5) 水土保持

建设单位需委托或自行编制水土保持方案报告书，报告中对沿途的水土流失防治、生态环境保护采用工程措施、临时措施、植被措施相结合的方式综合治理，进行专项设计。

3.2 工程分析

3.2.1 施工期环境影响因素分析

3.2.1.1 施工工艺及影响识别

管道施工工序主要为沟槽开挖、管道安装、土方回填，根据管道施工选定的施工方案，边开挖边安装埋设管道。

(1) 管线线路施工时，先清理施工现场，并修建必要的施工道路(以便施工人员、施工车辆、管材等进入施工场地)。在完成管沟开挖、公路穿越、河流穿越、干渠穿越等基础工作以后，按照施工规范，1) 暗渠与渡槽采用现场浇注的方式，2) 钢管将运到现场的管道进行连接、焊接，接口防腐，补口补伤等，然后下到管沟内。

(2) 穿越公路铁路采用顶管施工工艺；河流等穿越根据情况采取不同的施工方法，拟采用开挖或顶管的施工方式穿越。

(3) 以上建设完成后，对输水管道试压、清扫，然后覆土回填，清理作业现场，恢复地貌、恢复地表植被，绿化等。项目建设的施工工艺流程详见图 3.2-1~图 3.2-6。

1、顶管施工工艺

顶管施工首先在一侧选定一个施工场地，施工时，先以准备好的顶压工作坑(井)为出发点，将管卸入工作坑后，通过传力顶铁和导向轨道，用支承于基坑后座的液压千斤顶将管压入土层中，有具大推力的液压千斤顶可用在有遥控装置的顶管掘进机的后方，

使掘进机及紧随其后的管道穿越土层，达到预先设计的位置上，被挖掘物质通过泥浆循环系统用泵排出，到达地表。当第一节管全部顶入土层后，接着将第二节管接在后面继续顶进，只要千斤顶的顶力足以克服顶管时产生的阻力，整个顶进过程就可循环重复进行。顶管穿越过程泵出的泥浆直接送到泥浆沉淀池。施工关键工序为顶管作业坑开挖，顶管设备安装，节管顶进施工。

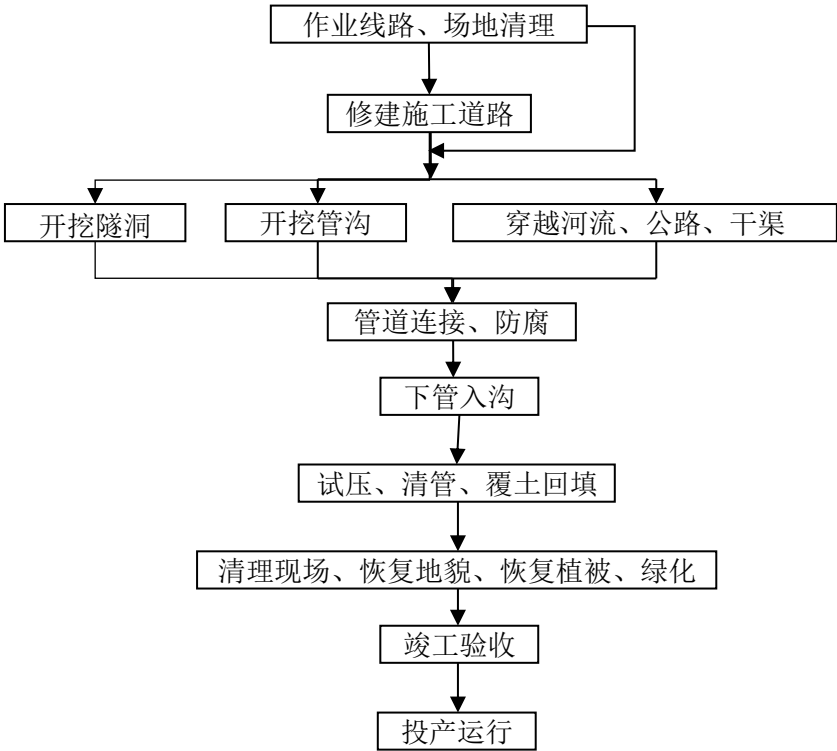


图 3.2-1 项目施工过程示意图

根据前述施工工艺，本项目施工期环境影响因素汇总情况见表 3.2-1~3.2-3。

表 3.2-1 项目施工期环境影响因素分析表

影响因素	产污环节
废气	机械燃油废气、扬尘、焊接烟尘
废水	施工人员生活污水、施工机械冲洗水、管道清管试压废水
噪声	机械噪声
固废	焊渣等建筑垃圾、废泥浆、清管废渣、施工人员生活垃圾
生态影响	水土流失、植被破坏、占地等

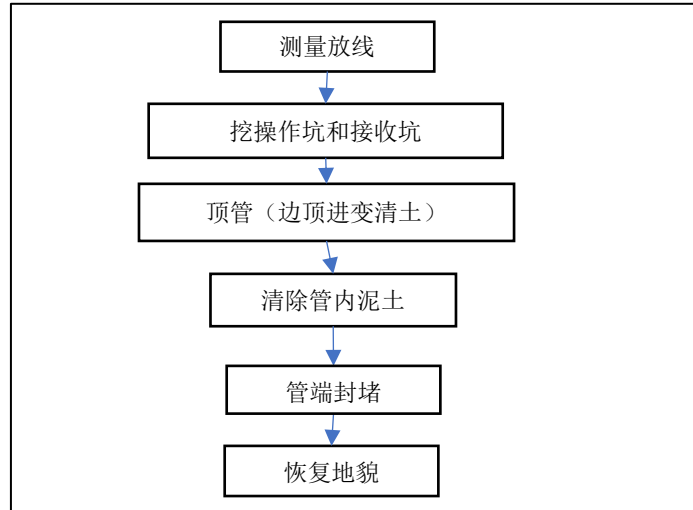


图 3.2-2 顶管施工工艺流程图



图 3.2-3 顶管施工示意图

表 3.2-2 顶管施工产污环节表

影响因素	产污环节
声环境	机械噪声
水环境	施工人员生活废水、施工机械冲洗水
大气环境	机械燃油废气、扬尘
固废	施工人员生活垃圾

2、开挖施工工艺

1. 测量放线：管道测量放线放出线路轴线（或管沟开挖边线）和施工作业带边界线。在线路轴线和施工作业带边界线上加设百米桩，并在桩间拉线或撒白灰线。

2. 施工作业带清理：采用挖掘机进行作业带平整。清理时，应注意对土地的保护，减少或防止产生水土流失。本项目施工作业带宽度按 20m 控制。

3. 施工便道修筑：修筑施工便道方便运输车辆、大型机械进入。
4. 管沟开挖：采用机械与人工相结合的方法进行开挖，开挖渣料临时堆放于管沟一侧，管沟开挖将表层土与深层土分层堆放。另一侧放置管道，带管道安装完毕后回填。
5. 材料存放及钢管运输：钢管、管件等材料分类露天存放在临时存放场，地面不得给水。钢管或防腐管同向分层码垛堆放，堆放高度不超过 3m。
6. 组装焊接：管道焊接沟上焊接与沟下焊接相结合。
7. 管道下沟回填、试压、清管及输气管道干燥：焊接后，应尽快下沟和回填。下沟前复查管沟深度，清除沟内塌方、石块、积水。管道下沟后尽快回填，回填前排出管沟内积水。管道敷设好后进行试压、清管与输气管道干燥。

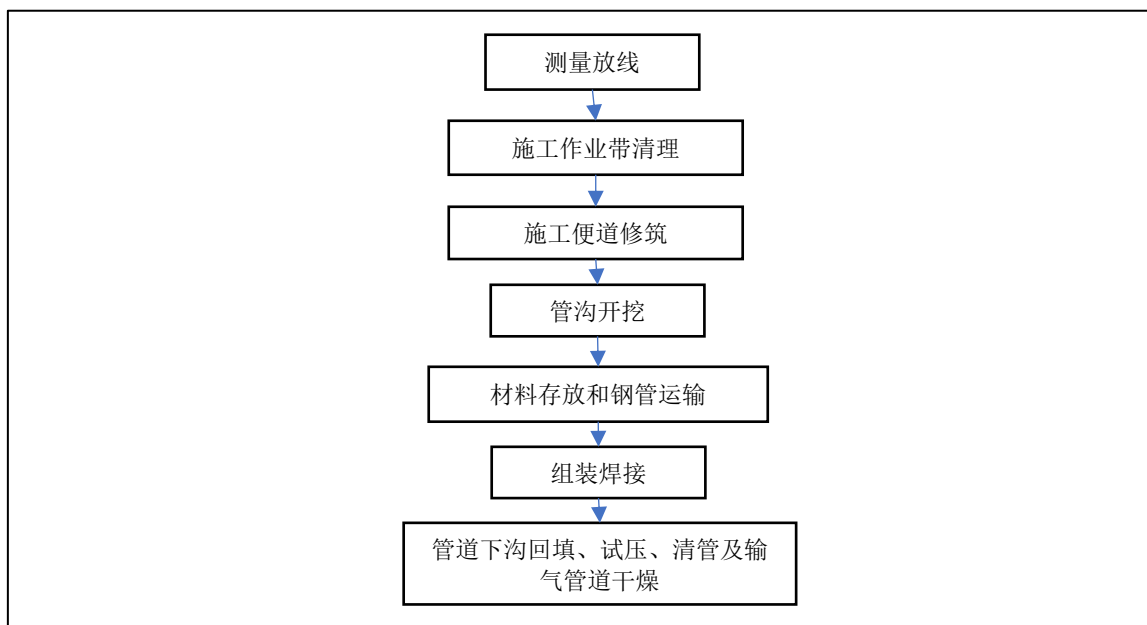


图 3.2-4 开挖施工工艺流程图

表 3.2-3 开挖施工产污环节表

影响因素	产污环节
声环境	机械噪声
水环境	施工人员生活废水、施工机械冲洗水
大气环境	机械燃油废气、扬尘
固废	焊渣等建筑垃圾、清管废渣、施工人员生活垃圾

3、河流穿越施工

在河水较浅、水流量较小的小型河流以及一般性农渠或排涝沟采用开挖施工方式，开挖施工作业一般选在枯水期进行。小型河流、沟渠、水塘或鱼塘采用围堰导流开挖管沟或经降水后直接开挖管沟埋设的方式穿过；管沟穿越处的岸坡采用浆砌石护坡、护岸

措施：管道埋设在穿越河流河床设计冲刷线以下稳定层内。

采取围堰导流方式施工(见图 4.1-7、图 4.1-8)，首先在河流一侧开挖导流渠，然后在穿越管道上下游各 12m 处(如管线埋深较深，可根据现场情况加大距离)修筑两条拦水坝，坝顶宽度及坡比应视河水深度、流速及河床情况而定，一般顶宽 3m，设备通道的筑坝顶宽应为 5m，坡比 1：2。坝体高于水面 1m，坝体平均高度为 4m。上下游拦水坝均采用麻袋或草袋装土砌筑，坝体的外侧为麻袋内侧为草袋。考虑到坝体的防渗功能，可在两条坝的迎水面上用无纺布作防渗层，在施工期间派人定时进行巡检，防止有河水将坝体冲垮。完成围堰后，立即用抽水泵将围堰内的明水进行强排。

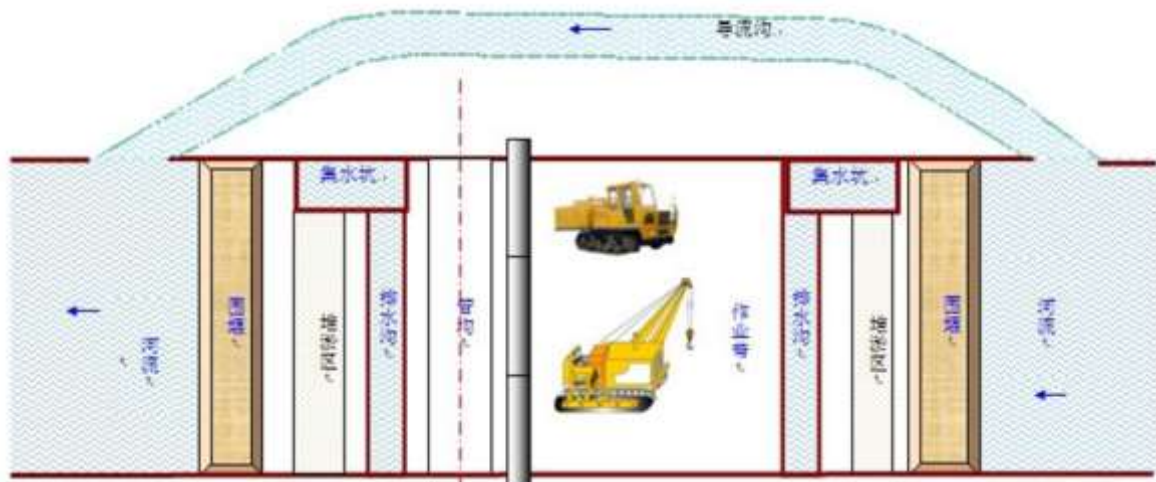


图 3.2-5 围堰导流开挖穿越河流

开挖方式穿越河流的主要影响表现为增加河水泥沙量，管沟回填后，多余的土石方处置不当，会造成水土流失。施工中应选在枯水期进行。采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在冲刷层以下 0.5m，回填物由下至上由细到粗，河床底砌筑干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸。另外，开挖穿越河流、沟渠的影响还表现为增加河水泥沙量，管沟回填后，多余的土石方处置不当，会造成水土流失或阻塞河道。

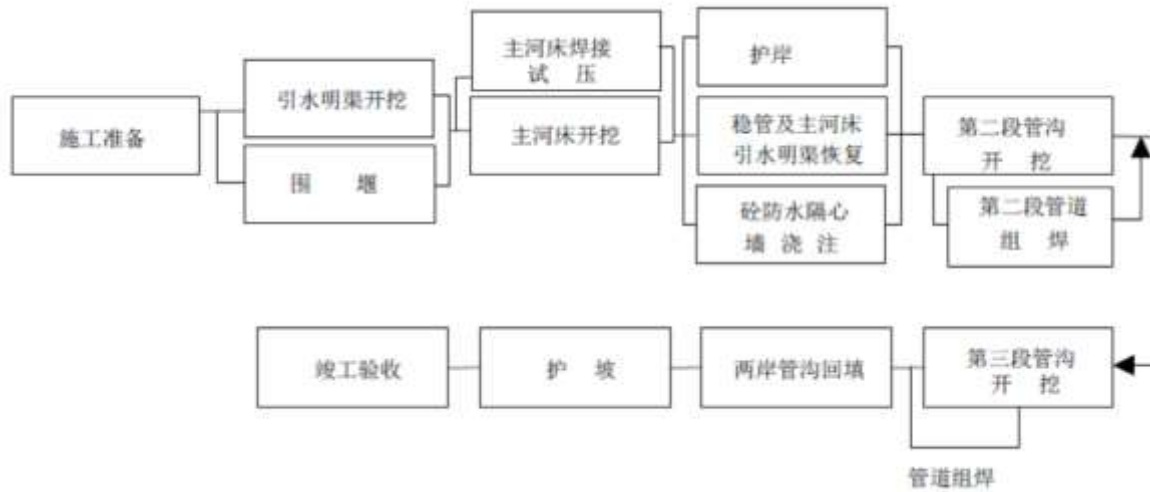


图 3.2-6 导流明渠穿越河流施工流程

3.2.1.2 施工期污染源强分析

1、水污染源分析

施工期废水主要来自施工人员的生活污水、管线施工废水、管道试压废水、设备清洗废水。

①生活污水

本项目管道沿线经过惠东县稔山镇和大亚湾区霞涌街道以及大亚湾石化区，施工期不设置施工营地，施工人员租住于当地民居，生活污水依托于当地生活污水系统排放。施工人员产生的生活污水主要为冲洗厕所和日常洗浴产生的废水，主要污染物为 SS、COD、动植物油和氨氮等。

根据建设单位提供的项目施工方案，施工人员总数约 200 人；施工总工期约 17 个月（510 天）。参照《广东省用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021），中等城镇生活用水定额为 150L/（人·d），生活用水量 30m³/d，产生系数按 0.9 计，生活污水产生量为 27m³/d，生活污水产生总量为 13770m³。

根据《第二次全国污染源普查生活源产排污系数手册》（试用版）中产污系数，确定生活污水中各污染物的浓度，本项目施工期生活污水排放情况详见表 4.1-8。

表 4.1-8 施工期生活污水排放情况

废水量（m ³ /a）	污染因子	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）
9720	COD _{Cr}	400	3.888
	BOD ₅	181	1.759
	氨氮	31.6	0.307
	总氮	43.7	0.425
	总磷	5.94	0.058
	动植物油	7.32	0.071

注：项目施工期按 360 日/年计。

②工程施工废水

本项目施工废水包括少量基坑开挖废水、施工机械跑、冒、滴、漏的污油及露天机械被雨水等冲刷后产生的油污水。基坑开挖废水含有大量的泥沙类悬浮物，经一定时间沉降，悬浮物得以去除，上清液可循环利用。根据有关工程的实测资料，基坑开挖废水的 SS 浓度约为 7000~12000mg/L，经收集沉淀后部分回用洒水降尘，对水质环境的影响不大。油污水中主要污染物为石油类，产生浓度约为 20mg/L，可经沉淀隔油后回用，不外排。

③管道试压废水

管道试压废水管道试压后排放少量废水，主要污染物为少量悬浮物，为清净下水，沉淀后可用于浇灌附近林地、绿地等。

④设备清洗废水

参照《公路环境保护设计规范》(JTJ/T006-98)及已完工的近期工程的统计数据，施工场地设备冲洗水平平均约 $0.08\text{m}^3/\text{辆}\cdot\text{次}$ 。本评价按每日施工设备 20 台考虑(含运输车辆)，每台设备每天冲洗两次，则设备清洗废水产生量为 $3.2\text{m}^3/\text{d}$ 。清洗废水主要污染物及产生浓度分别为：SS 浓度 1500mg/L 、石油类约 20mg/L 。清洗废水经沉淀隔油后回用于车辆冲洗及道路清扫，不外排。

2、大气污染源分析

施工过程中的大气污染源主要有：隧道爆破扬尘、管沟开打挖堆土、道路破开及运输车辆、施工机械走行车道引起的扬尘，施工建筑料(水泥、石灰、砂石料)以及管沟开挖弃土的装卸、运输、堆砌过程中造成的扬尘和洒落，各类施工机械、运输车辆、发电机排放的废气。

①施工扬尘

施工期间对环境空气影响最主要的污染物是粉尘。一般大型土建工程现场扬尘实地监测 TSP 产生系数为 $0.05\sim 0.1\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{S}$ 。本项目属于南方地区，工程沿线土质较湿润，TSP 产生系数取 $0.075\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{S}$ 。管道分段施工，施工作业带宽度平均按 20m 考虑，每段施工带长度按 1km 计算，则同一时间施工作业带面积约 20000m^2 ；每日施工时间按 8 小时计算，施工场地扬尘产生量为 $43.2\text{kg}/\text{d}$ 。

(2) 机械废气

施工过程中由于施工机械、车辆的使用将不可避免的有燃油废气产生，废气中的主要污染物为 SO_2 、 NO_x 以及烃类等，一般会造成局部的废气浓度增大，由于施工现场均在野外，有利于空气的扩散，且此类废气为间断排放，随着施工机械、车辆使用频率的不同而随时变化，且位置不固定，同时随施工机械、车辆使用的结束而结束。

(3) 焊接烟尘

本项目原水管道采用国内应用技术较成熟的半自动焊工艺进行焊接，焊接过程中产生少量焊接烟尘，焊接烟尘排放具有分散、间断排放的特点。根据类比资料，管道焊接每公里消耗约 400kg 焊条，每公斤焊条产生的焊接烟尘约 8g，则本工程估算焊接烟尘

产生量约为 3.2kg/km，总产生量为 0.368t。

3、噪声源强分析

本项目施工期噪声主要来自施工土石开挖、混凝土浇筑、管基处理等施工使用的机械、设备和运输车辆等产生的噪声。

施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、电焊机、轮式装载机、吊管机、冲击式钻机、混凝土搅拌机及柴油发电机组等，具体噪声源强情况参见表 3.8-1。

表 4.1-9 一般地段施工噪声环境影响源强一览表

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	90
2	电焊机	1	87
3	运输车辆	5	90
4	吊管机	5	81
5	柴油发电机组	5	98

表 4.1-10 穿越施工噪声环境影响源强一览表

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	90
2	电焊机	1	87
3	运输车辆	5	90
4	吊管机	5	81
5	柴油发电机组	5	98

4、固体废物

施工期产生的固体废物主要包括：施工人员的生活垃圾、管线施工过程中产生的弃渣土和防腐、焊接废弃物等。

①生活垃圾

本项目施工人员总数共约 200 人，施工期约 17 个月（510 天），人均生活垃圾产生系数按照 1.0kg/人·d 计算，则施工期生活垃圾产生量为 200kg/d，施工期生活垃圾产生总量为 102 t。生活垃圾纳入生活垃圾收运及处置系统，交环卫部门处置。

②弃渣土

本项目管道施工产生的弃渣土来自两部分，一是敷设管道本身置换的渣土方，二是开挖造成土壤松散，回填后剩余的渣土方。根据土石方平衡与利用规划，项目施工期土石方为 13.82 万 m³，回填土石方为 12.58 万 m³，项目施工期土石弃方量为 1.24 万 m³。

③其他固体废物

项目管道施工过程中焊接和防腐会产生少量废焊条和废弃防腐材料，施工过程中产生的废混凝土等，根据类比调查，施工废料的产生量按 0.2t/km 估算，本项目施工过程中产生的施工废料量约 5.3t，外卖回收利用公司。

3.2.1.3 生态影响分析

工程施工期间对生态环境的影响主要表现在以下几方面：

(1) 施工作业带清理、道路建设和管沟开挖

1) 施工作业带清理、管沟开挖

本项目管道主要采用沟埋方式敷设。管沟开挖整个施工作业带范围内的土壤和植被都会受到扰动或者破坏，尤其是在开挖管沟约 5m 的范围内，植被破坏严重；开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化性质等发生变化，进而影响土壤的侵蚀状况、植被的恢复、农作物的生长发育等。管道敷设过程将会因置换而产生一部分弃土方，这些弃方将会对生态环境产生一定的影响，此外山区段施工作业带平整也将产生弃石方，弃石方倘若堆放不当，则容易引发水土流失。

2) 施工便道和伴行路建设

施工便道和伴行路的建设是管道施工期间对生态环境产生影响的主要活动之一。该过程常会破坏表层土的土壤结构和理化性质、毁坏大量的植被破坏动物的生存环境等，进而形成大量的生物斑痕。因此，施工过程中要尽量充分利用现有道路，对于无乡村道路至管线位置的部分地段如平原地带和黄土丘陵地带可以在适当位置临时修筑一定长度的施工便道来满足施工要求。

本项目经过的部分丘陵地带等道路交通状况较差的地区，为了方便管道的建设以及将来的运行和维护，需要修筑一定数量的施工伴行道路。其中部分伴行道路可由施工便道在完成施工任务后通过修筑路面转化而来，以节约工程投资。

(2) 穿越工程

1) 河流穿越

穿越河流时，尽可能采取顶管穿越方式，避免对河流水质产生影响。在穿越水量较小的河流、沟渠时，采用围堰导流开挖管沟或直接开挖管沟埋设的方式穿过。大开挖穿越河流的影响主要表现为增加河水的泥沙含量，进而增加河水的悬浮物含量，从而影响河水水质，管沟回填后，多余的土石方处置不当，有可能造成水土流失或者阻塞河道。

2) 冲沟和沟渠穿越

本项目管道经过少量冲沟和沟渠，均采用开挖沟埋方式穿越。管沟回填后，多余的土方量处置不当，有可能造成水土流失。因此，要重视该地区的水土保持工作。对于沟渠穿越，管道施工完毕比后，应立即恢复沟渠原貌，并根据实际情况选用过水面等水工保护形式对管道加以保护。

3) 公路及铁路穿越

本项目采用顶管穿越公路、铁路，采用的工艺施工中除产生少量弃土外，对环境的影响不大。

(3) 工程占地

本项目均为临时占地，其中临时占地主要是施工作业带、施工便道的建设。本工程占地总面积为 7.61hm²，均为临时占地。临时占地在施工期将会对环境产生影响，工程结束后对临时占地进行生态恢复，可以将其影响降至最低。

3.2.2 营运期环境影响因素分析

本项目为非污染型项目，营运期间不产生废气、噪声，检修过程会通过排水排泥井排出少量废水、泥渣等，数量较少，外运处理；不会对周围环境产生明显影响。本项目为临时占地，复绿后项目营运期不会对生态环境造成影响。

3.3 产业政策、规划相符性分析

3.3.1 产业政策相符性分析

(1) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修正），本项目属于鼓励类项目“二、水利——3、城乡供水水源工程”。因此，本项目建设与《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修正）相符。

(2) 《市场准入负面清单（2022 年本）》

本项目属于原水管道供水工程，不属于《市场准入负面清单》（2022年版）中的禁止准入事项，为许可准入事项，因此，本项目与《市场准入负面清单》（2020年版）相符。

3.3.2 法律法规相符性分析

3.3.2.1 与饮用水源保护区相关法规的相符性分析

(1) 与《中华人民共和国水污染防治法》(2017年修正版)

根据《中华人民共和国水污染防治法》(2017年修正版)的规定,在饮用水源保护区和准保护区内禁止以下行为:

第六十四条 在饮用水水源保护区内,禁止设置排污口。

第六十五条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目;已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目,由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。

第六十六条 禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目;已建成的排放污染物的建设项目,由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

第六十七条 禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目;改建建设项目,不得增加排污量。

(2) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010年修订)

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010年修订)的规定:

第十一条 饮用水地表水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定:

一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。

二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。

三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区,必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。

四、禁止使用剧毒和高残留农药,不得滥用化肥,不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。

第十二条 饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定:

一、一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目;禁止向水域排放污水,已设置的排污口必须拆除;不得设置与供水需要无关的码头,禁止停靠船舶;禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物;禁止设置油库;禁止从事种植、放养禽畜和网箱养殖活动;禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。

二、二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。

三、准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。

(3)《广东省水污染防治条例》(2021年1月1日起施行)

根据《广东省水污染防治条例》(2021年1月1日起施行)的规定：

第四十三条 在饮用水水源保护区内禁止下列行为：

(一) 设置排污口；

(二) 设置油类及其他有毒有害物品的储存罐、仓库、堆栈和废弃物回收场、加工场；

(三) 排放、倾倒、堆放、处置剧毒物品、放射性物质以及油类、酸碱类物质、工业废渣、生活垃圾、医疗废物及其他废弃物；

(四) 从事船舶制造、修理、拆解作业；

(五) 利用码头等设施或者船舶装卸油类、垃圾、粪便、煤、有毒有害物品；

(六) 利用船舶运输剧毒物品、危险废物以及国家规定禁止运输的其他危险化学品；

(七) 运输剧毒物品的车辆通行；

(八) 其他污染饮用水水源的行为。

除前款规定外，饮用水水源一级保护区内还不得停泊与保护水源无关的船舶、木排、竹排，不得从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓、放养畜禽活动或者其他可能污染饮用水水体的活动。

在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

第四十四条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目由县级以上人民政府责令拆除或者关闭；不排放污染物的建设项目，除与供水设施和保护水源有关的外，应当尽量避让饮用水水源二级保护区；经组织论证确实无法避让的，应当依法严格审批。经依法批准的建设项目，应当严格落实工

程设计方案，并根据项目类型和环境风险防控需要，提高施工和营运期间的环境风险防控、突发环境事件应急处置等各项措施的等级。有关主管部门应当加强对建设项目施工、营运期间环境风险预警和防控工作的监督和指导。

(4) 分析

根据《广东省人民政府关于调整惠州市饮用水源保护区的批复》（粤府函【2014】188号）、《惠州市人民政府关于〈惠州市乡镇级及以下集中式饮用水水源保护区划定（调整）方案〉的批复》（惠府函【2020】317号），本项目不涉及饮用水源保护区。因而，本项目不违背《中华人民共和国水污染防治法》（2017年修正版）、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年修订）和《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日起施行）等关于饮用水源保护区的管理要求。

3.3.2.2 与自然保护区相关法规的相符性分析

(1) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年修订）

根据《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年修订）：“第十八条 自然保护区可以分为核心区，缓冲区和实验区。第三十二条 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。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。”

(2) 《广东省环境保护条例》（2018年修正）

根据《广东省环境保护条例》（2018年修正）：“第四十七条 在依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动，严格控制人为因素破坏自然生态和文化自然遗产原真性、完整性，在进行旅游资源开发时应当同步建设完善污水、垃圾等收集清运设施，保护环境质量。

在自然保护区的核心区禁止从事任何生产建设活动；在缓冲区，禁止从事除经批准的教学研究活动外的旅游和生产经营活动；在实验区，禁止从事除必要的科学实验、教学实习、参考观察和符合自然保护区规划的旅游，以及驯化、繁殖珍稀濒危野生动植物等活动外的其他生产建设活动。”

(3) 《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》(2017年)

根据《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》(广东省人民政府令第233号)规定,任何单位和个人进入自然保护区修筑设施(是指穿越自然保护区或者占用自然保护区土地的交通、通讯、供水、供电及符合自然保护区规划的旅游等基础设施),应当遵守有关法律法规的规定,并经国家或者省人民政府林业主管部门批准同意后,依法办理规划和建设用地审批手续。

(4) 分析

本项目设计路由及临时施工用地均不在自然保护区范围内。项目建设与《中华人民共和国自然保护区条例》(2011年修订)、《广东省环境保护条例》(2018年修正)和《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》(广东省人民政府令第233号,2017年)无冲突。

3.3.2.3 与森林公园相关法规的相符性分析

(1) 《森林公园管理办法》(2016年修订)

根据《森林公园管理办法》(2016年修订):“第十一条 禁止在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。采伐森林公园的林木,必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。”“第十二条 占用、征收、征用或者转让森林公园经营范围内的林地,必须征得森林公园经营管理机构同意,并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定,办理占用、征收、征用或者转让手续,按法定审批权限报人民政府批准,交纳有关费用。依前款规定占用、征收、征用或者转让国有林地的,必须经省级林业主管部门审核同意。”

(2) 《广东省森林公园管理条例》(2014年修正)

根据《广东省森林公园管理条例》(2014年修正):“第十七条 森林公园内不得建设破坏森林资源和景观、妨碍游览、污染环境的工程设施,不得设立各类开发区;森林公园生态保护区和游览区内不得建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与森林风景资源保护无关的其他建筑物。已经建设的,应当按照森林公园总体规划逐步迁出。规划区内建设项目的选址和设计方案,应当经林业行政主管部门审查同意后,按照国家基本建设程序报城乡规划建设行政主管部门审批。建设工程设施,需要将林地转为非林业建设用地的,应当依法办理建设用地审批手续。建设项目竣工后,由城乡规划建设行政主

管部门会同林业行政主管部门验收合格，方可投入使用。”“第二十六条 森林公园内禁止下列破坏森林资源的行为：（一）猎捕和其他妨碍野生动物生息繁衍的活动；（二）砍伐、损毁古树名木、珍贵树木和其他国家重点保护植物；（三）毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林、破坏景观的行为；（四）排放超标的废水、废气和生活污水以及乱倒垃圾和其他污染物；（五）新建、改建坟墓；（六）法律、法规禁止的其他行为。”

（3）《广东省环境保护条例》（2018年修正）

根据《广东省环境保护条例》（2018年修正）：“第四十七条 在依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动，严格控制人为因素破坏自然生态和文化自然遗产原真性、完整性，在进行旅游资源开发时应当同步建设完善污水、垃圾等收集清运设施，保护环境质量。

森林公园除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动；禁止随意占用、征用、征收和转让林地；禁止种植掠夺水土资源、破坏土壤结构的劣质树种。”

（4）分析

本项目不涉及森林公园，不违背《森林公园管理办法》（2016年修订）、《广东省森林公园管理条例》（2014年修正）的有关要求，符合森林公园相关管理规定的要求。

3.3.2.4 与生态红线相关法规的相符性分析

根据《中共中央办公厅 国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号）要求“生态保护红线内，自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；

不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。

本项目不占用生态红线，因此，本项目建设符合生态保护红线的相关管理规定。

3.3.2.5 与基本农田相关法规的相符性分析

根据《基本农田保护条例》(2017 修订):“第十四条 地方各级人民政府应当采取措施,确保土地利用总体规划确定的本行政区域内基本农田的数量不减少。”“第十五条 基本农田保护区经依法划定后,任何单位和个人不得改变或占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区,需要占用基本农田,涉及农用地转用或者征收土地的,必须经国务院批准。”“第十六条 占用基本农田的单位应当按照县级以上地方人民政府的要求,将所占用基本农田耕作层的土壤用于新开垦耕地、劣质地或者其他耕地的土壤改良。”“第十七条 禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。”

根据《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》(国土资规【2018】1号),临时用地和设施农用地原则上不得占用永久基本农田,重大建设项目施工和地质勘查临时用地选址确实难以避让永久基本农田的,在不破坏永久基本农田耕作层、不修建永久建(构)筑物的前提下,经省级国土资源部门组织论证确需占用且土地复垦方案符合有关规定后,可在规定时间内临时占用永久基本农田,原则上不超过两年,到期后必须及时符合并恢复原状。

本项目管道以开挖敷设方式穿越基本农田 4.3km,管道建设以挖损和占压两种方式毁损基本农田,但均属于临时占用,建设单位需编制临时用地土地复垦方案,线路施工前应办理相关临时用地手续。因此,本项目在落实临时用地土地复垦方案、开工之前取得临时占用基本农田的合法手续的前提下,项目建设符合《基本农田保护条例》(2017年修订)和《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》(国土资规【2018】1号)中关于永久基本农田保护的管理规定。

3.3.3 规划相符性分析

3.3.3.1 经济发展规划相符性分析

1、《惠州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》

根据《惠州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》要求，“建设水利保障体系——构建集约高效的水资源保障体系。优化水资源空间配置，加快推进白盆珠水库、大坑水库等城乡重大应急备用水源和水资源配置工程建设。统筹东江、西枝江等大江大河与大中型水库相结合的“江库互备联调”供水格局，有效解决惠阳、大亚湾、稔平半岛等区域用水问题，提高水资源调控水平和供水保障能力。实施农村饮水巩固提升工程，保障农村供水安全。……确保经济安全——保障水资源安全。落实最严格的水资源管理制度，大力实施节水行动，强化水资源的刚性约束。加强水功能区纳污总量控制红线管理。完善集中式饮用水水源地水质污染事件应急处置方案，加快设置供水水源保护区，排查和清理各水源保护区内的污染源。加强对主要河流、大中型水库进行水资源监测管理，对重要供水区域实施双水源、多水源供水方式，完善供水保障应急处置方案。”

本项目的建设将有利于解决大亚湾近期用水问题，完善水利保障体系；本项目建设是践行“对重要供水区域实施双水源、多水源供水方式”要求，完善了大亚湾供水保障应急处置方案，确保大亚湾经济的安全。因此，项目建设符合《惠州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

2、《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》

五、建立现代水利保障体系——优化区域水资源配置，加快推进珠江三角洲水资源配置工程、惠州市稔平半岛供水工程、潮州市引韩济饶供水工程、茂名市滨海新区供水工程等区域水资源配置工程等一批区域水资源配置工程建设，逐步建立起沿海地区跨流域、跨地区科学配置、高效统一的水资源配置网络，优化沿海区域水资源配置。

强化重大项目支撑——研究谋划一批重大工程项目，注重优化投资结构，提高重大产业和基础保障项目投资比重；注重优化区域布局，推动重大项目向粤东粤西沿海地区倾斜。谋划实施包括交通、能源、水利、科技创新、产业、农渔业、旅游、生态等八大工程包，共计 480 个项目，总投资 3.5 万亿元。加强重大项目储备，有序推进重大项目建设。

本项目为水利工程，其建设将有利于解决大亚湾近期用水问题，完善水利保障体系；作为大亚湾重大项目的有效支撑，有利于大亚湾重大项目建设的推进。因此，项目建设符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》。

3、《惠州市沿海经济带综合发展规划（2019-2035 年）》

加快能源水利等基础设施建设——建立完善供排水设施体系。新建扩建大亚湾西区水厂、惠东黄坑水厂等，加快推进东江引水工程、惠东稔平半岛供水工程建设，统筹利用好西枝江流域水资源。新建扩建惠阳污水处理厂大亚湾第二第三水质净化厂二期、港口污水处理厂等污水处理设施，推进淡水河、吉隆河污染整治。推进白花河流域综合治理。

大亚湾东江第二条引水工程，考虑其跨流域引水工程和水库扩建立项难度大，建设周期长，时效上难以满足大亚湾近期的用水需求。在不会对稔平半岛供水造成影响前提下利用稔平半岛供水近期富余的供水能力建设本项目供水工程，满足大亚湾近期用水需求，推动重大项目上马，促进惠州市沿海经济带稳步发展，因而本项目不违背《惠州市沿海经济带综合发展规划（2019-2035 年）》

3.3.3.2 与相关供水规划的相符性

根据《惠东县稔平半岛供水专项规划（修编）（2017-2030）》，稔平半岛五镇两区的行政管辖区域总面积约 742km²。规划范围为五镇、两区规划的城镇集中供水区域，即规划城镇用地范围及近郊。规划期末城镇用地范围总面积约 132.5km²。近期规划年限为 2020 年，远期规划年限为 2030 年。用水量预测近期稔平半岛最高日需水量为 26.04 万 m³/d，远期最高日需水量为 44.23 万 m³/d。规划近期供水规模为 26.1 万 m³/d，远期供水规模为 45.5 万 m³/d。

而实际上，2021 年稔平半岛用水量约 9.9 万 m³/d，其中稔山镇用水量约为 2.0 万 m³/d、铁涌镇用水量约为 0.7 万 m³/d、吉隆、黄埠镇用水量为 3.8 万 m³/d、巽寮镇用水量约为 1.6 万 m³/d、平海以及港口滨海旅游度假区用水量为 1.8 万 m³/d。根据惠东县供水潜力分析报告，2030 年稔平半岛供水规模为 20~23 万 m³/d，因此工程近期尚有 22~25 万 m³/d 的富余能力。本项目将利用稔平半岛供水近期富余的供水能力，不会对稔平半岛供水造成影响，也不新增稔平半岛供水工程的供水规模。

因此，本项目不违背《惠东县稔平半岛供水专项规划（修编）（2017-2030）》。

3.3.3.3 国土空间规划相符性分析

（一）广东惠州环大亚湾新区发展总体规划修编（2020-2035 年）

根据《广东惠州环大亚湾新区发展总体规划修编（2020-2035 年）》中基础设施建设

——四、建立先进完善的给排水体系——（三）推进大型供水设施和跨流域调水工程建设。推进惠阳大亚湾东江第二条引水工程，加快实现东江输水配水，满足城市日益增长的用水需求。有序推进稔平半岛供水工程，实施西枝江调水工程，完善相关配套管网建设，实施大岭水厂二期扩建工程。

大亚湾东江第二条引水工程，考虑其跨流域引水工程和水库扩建立项难度大，建设周期长，时效上难以满足大亚湾近期的用水需求。在不会对稔平半岛供水造成影响前提下利用稔平半岛供水近期富余的供水能力建设本项目供水工程，满足大亚湾近期用水需求。因此，本项目不违背《广东惠州环大亚湾新区发展总体规划修编（2020-2035年）》的有关要求。

（二）广东省惠州市土地利用总体规划（2006-2020年）调整完善方案

根据《广东省惠州市土地利用总体规划（2006-2020年）调整完善方案》可知，为保障“十三五”时期经济社会发展，本次规划调整完善重点保障能源、交通、电力、水利、环保等基础设施及民生工程设施用地，及旅游业、工业等产业及城市发展各项建设用地需求。

本项目为水利基础设施，也属于民生工程，且为临时占地，因此本项目与惠州市土地利用总体规划相协调。

（三）大亚湾经济技术开发区土地利用总体规划（2010-2020年）

根据《大亚湾经济技术开发区土地利用总体规划（2010-2020年）》相关调控指标，基本农田面积139公顷，耕地保有量628公顷。要优先保护基本农田与耕地，保障生态用地，落实区域发展定位，节约集约利用土地。项目区域沿已建设的石化大道、东环路、滨江大道、碧海路敷设，符合《大亚湾经济技术开发区土地利用总体规划（2010-2020年）》。

4.6.3.4 环境保护规划符合性分析

1、《广东省生态环境保护“十四五”规划》

《广东省生态环境保护“十四五”规划》提出：系统优化供排水格局。科学规划供水布局，全面统筹、合理规划流域、区域饮用水水源地。严格落实供排水通道保护要求，供水通道严格控制新建排污口，依法关停涉重金属、持久性有机污染物的排污口。开展水功能区和水环境功能区整合优化，实现高低用水功能区之间的相对分离与协调。以东江、西江、北江、韩江为核心水源，重点拓展西江水源，稳定东江水源，加快推进

粤港澳大湾区 水安全保障项目建设。推进供水应急保障体系建设，加强东江、西江、北江等主要水源地供水片区内及片区间的联络，构建城市多水源联网供水格局，加快城乡备用水源工程建设。

本项目建设有利于优化惠东县、大亚湾区供水格局，提高供水工程的利用效率，符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的要求。

2、《惠州市生态环境保护“十四五”规划》

《惠州市生态环境保护“十四五”规划》提出：优化供排水格局。统筹东江、西枝江等大江大河与大中型水库相结合的“江库互备联调”供水格局，提高水资源调控水平和供水保障能力。通过各类水闸及控制枢纽调节，逐步分离东江流域取排水河系，严格落实供排水通道保护要求，供水通道严禁新建排污口，消除重要水源地入河入库河流劣Ⅴ类断面。全面维护东深供水工程，稳定东江水源，保障供港饮水安全。全面实施供排污水一体化改革，建立集供排污水为一体的水务基础设施投资、建设、运营闭合链条，实现全市域全流域水环境一体化治理。配合全省开展水功能区和水环境功能区整合优化，实现高低用水功能区之间的相对分离与协调。配合建设粤港澳大湾区水安全保障项目，开展博罗显岗水库、稿树下水库、龙门天堂山水库、惠东观音山水库等应急备用水源供水工程建设。加强农村集中供水设施配套改造。

考虑大亚湾东江第二条引水工程其跨流域引水工程和水库扩建立项难度大，建设周期长，时效上难以满足大亚湾近期的用水需求；在不会对稔平半岛供水造成影响前提下利用稔平半岛供水近期富余的供水能力建设本项目供水工程。本项目符合《惠州市生态环境保护“十四五”规划》中“江库互备联调”供水格局，提高水资源调控水平和供水保障能力的要求。综上，本项目符合《惠州市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

3、《惠州环大亚湾新区生态环境保护规划（2013-2030年）》

《惠州环大亚湾新区生态环境保护规划（2013-2030年）》中将环大亚湾新区划分为严格控制区、有限开发区和集约利用区。严格控制区包括自然保护区、集中式饮用水源地等具有重大生态服务功能价值的区域及水土流失极敏感区、重要湿地等生态环境极敏感区域，面积为562.4平方公里，占陆域总面积的26.3%。严格控制区应按照国家有关法律法规和建设规划批复要求，禁止一切与保护无关的开发建设活动，通过实施天然林保护、生态公益林建设、自然保护区建设、水土流失治理和生活污染控制等生态环境保护工程，促进区域生态环境改善和生态功能恢复。

严守生态红线，强化保护。将主体功能区规划确定的禁止开发区和广东省环境保护规划划定的严格控制区纳入生态红线进行严格管理，依法实施强制性保护。红线范围内禁止建设任何有污染物排放、有环境风险隐患或造成生态环境破坏的项目，逐步清理区域内现有污染源；除自然文化遗产保护、森林防火、应急救援、环境保护和生态建设以及必要的旅游交通、通讯等基础设施外，原则上不得在生态红线区域内建设交通等基础设施，因工程条件和自然条件因素限制，确需穿越严格控制区但不在禁止开发区内的省重点交通设施项目，应经省人民政府同意。禁止在自然保护区核心区和缓冲区进行包括旅游、种植和野生动植物繁育在内的开发活动；严格控制风景名胜区、森林公园、湿地公园内人工景观建设；依法取缔饮用水源一、二级保护区内非法排污企业和排污口。

本项目位于生态红线范围之外，不违背相关的管理要求。因此，本项目符合《惠州环大亚湾新区生态环境保护规划（2013-2030年）》的要求。

3.3.4 与“三线一单”管控方案的相符性分析

3.3.4.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于陆域管控单元中的重点管控单元和一般管控单元（详见图 3.3-2），位于优先保护单元之外，符合管控单元的管控要求；另外，本项目为大亚湾重点基础设施建设项目，属于非污染性项目，占地类型为临时占地，不位于生态保护红线内，符合生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单要求，符合区域布局、能源资源利用、污染物排放、环境风险防控的管控要求。因此，工程建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》。

3.3.4.2 与《惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

根据《惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于陆域管控单元中的重点管控单元（ZH44130320005 广东惠州大亚湾石化产业园区重点管控单元）和一般管控单元（ZH44132330003 惠东沿海一般管控单元、ZH44130330002 大亚湾西区-澳头-霞涌一般管控单元），详见图 3.3-3。项目与其相符性分析详见表 3.3-1。

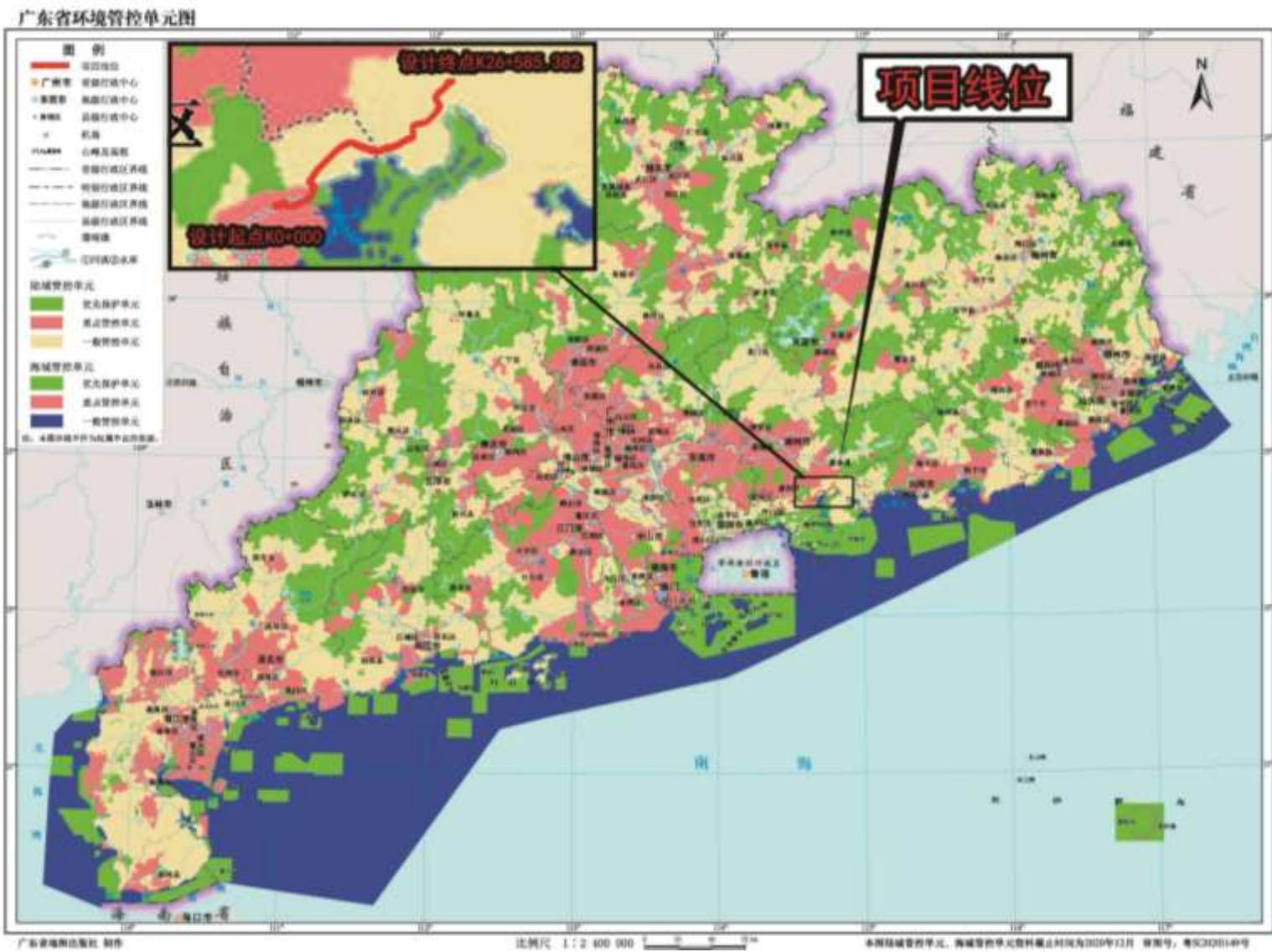


图 3.3-2 广东省“三线一单”生态环境分区管控单元图

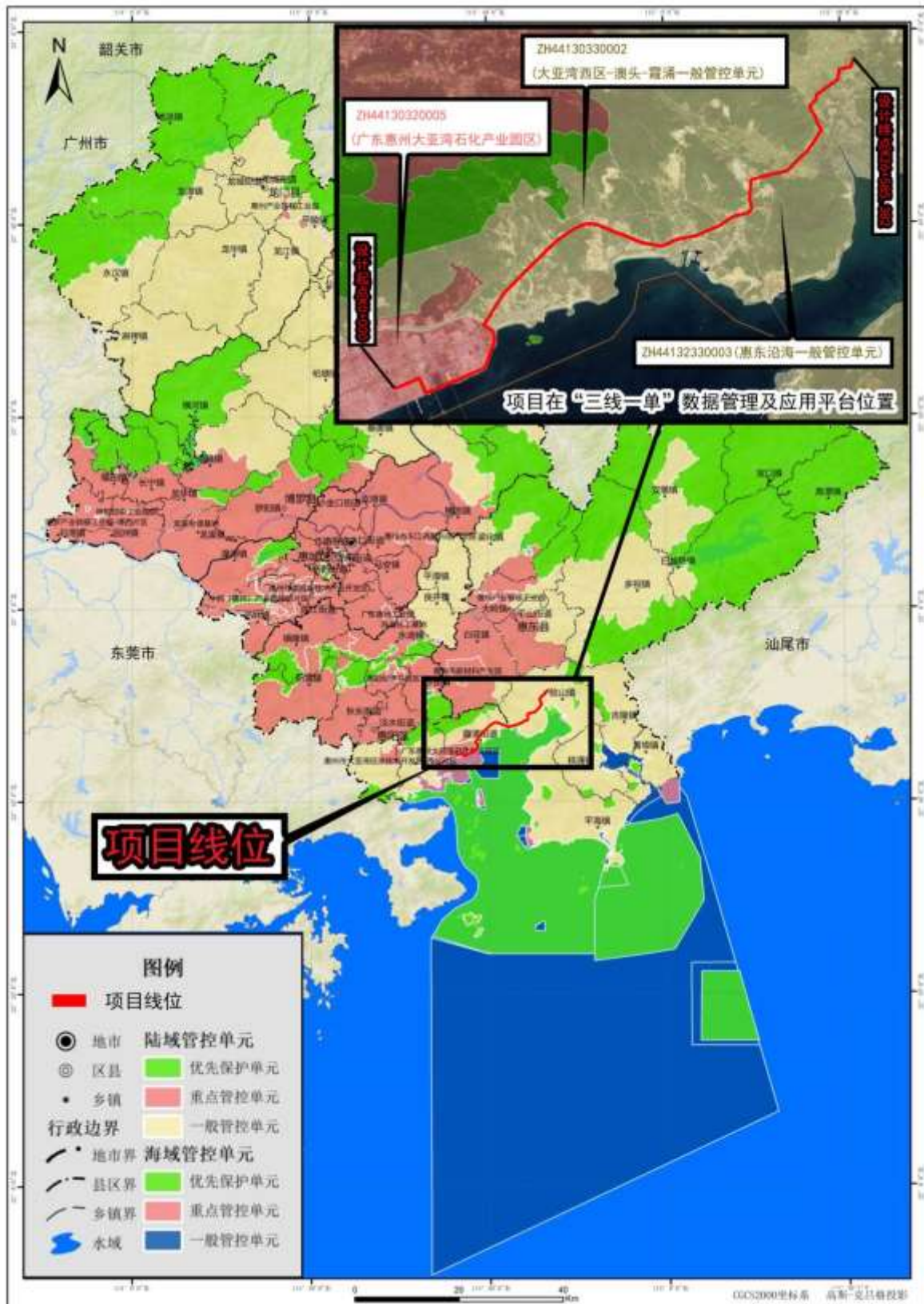


图 3.3-3 惠州市“三线一单”生态环境分区管控单元图

表 3.3-1a 广东惠州大亚湾石化产业园区重点管控单元准入清单的符合性分析一览表

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划			管控单元分类	要素细类	管控要求			
			省	市	区			区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
1	ZH44130320005	广东惠州大亚湾石化产业园区重点管控单元	广东省	惠州市	大亚湾	园区型重点管控单元	/	<p>1-1. 【产业/综合类】园区重点发展石化及石化下游产业，园区总体上严格限制不属于石化园区产业链体系，原料或产品与石化园区其他企业无关，尤其是存在剧毒、难降解、具有较大运输环境风险的项目建设。构建石化园区绿色循环经济产业链。</p> <p>1-2. 【产业/综合类】严格按照产业规划分区布局分区控制项目引进，工业组团之间及其与规划居住区之间、企业与企业之间设置绿化缓冲带。防护隔离带内靠近石化区的一侧以防护绿地为主，石化区东侧防护隔离带的建设项目基本以物流基地等环境影响小、环境风险低的项目为主。加快落实新型材料功能区内石井澳村、山子村等 2 个自然村的搬迁工作。</p> <p>1-3. 【产业/综合类】石油炼制工业项目用于集输、储存和处理含挥发性有机物、恶臭物质的废水设施应密闭，产生的废气应接入有机废气回收或处理装置。油品装卸栈桥对铁路罐车进行装油，发油台对汽车罐车进行装油，油品装卸码头对油船（驳）进行装油的原油及成品油（汽油、煤油、喷气燃料、化工轻油、有机化学品）设施，应密闭装油并设置油气收集、回收或处置装置。含碱废水、含硫含氮酸性水、含苯系物废水、烟气脱硫、脱硝废水，设备、管道检修维修过程化学清洗废水应单独收集、储存并进行预处理。</p> <p>1-4. 【产业/综合类】发展循环经济，推行清洁生产。从原料、生产过程和末端治理全方位统筹考虑，优化石化园区产品链和工艺流程，选择能耗低、转换率高、无污染或少污染工艺流程。按照空间布局合理化、产业结构最优化、产业链接循环化、资源利用高效化、污染治理集中化、基础设施绿色化、运行管理规范化要求，加快对现有园区的循环化改造升级，延伸产业链。</p> <p>1-5. 【土壤/禁止类】固体废物处理、处置率必须达到 100%，必须做到入棚、入库，禁止露天堆放工业固体废物。</p> <p>1-6. 【能源/禁止类】禁止新引进使用高污染燃料的项目，园区已建成国华惠电大亚湾热电厂和惠州 LNG 电厂项目为周边企业实施集中供热，企业自建供热设施禁止使用高污染燃料。</p> <p>1-7. 【其他/综合类】石化区西侧和东侧防护带作为缓解石化区边界异味的缓冲措施，应做到用地性质不调整、不开发占用、不蚕食用地。</p> <p>1-8. 【其他/综合类】园区实行封闭式管理，降低外来因素对石化区生产建设的影响。</p> <p>1-9. 【其他/限制类】新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。</p>	<p>2-1. 【能源/综合类】有行业清洁生产标准的新引进项目清洁生产水平须达到本行业国内先进水平。</p> <p>2-2. 【能源/综合类】坚持低碳绿色，建设环境友好型石化园区，推动可持续发展。</p> <p>2-3. 【资源/鼓励引导类】根据“减量化、再利用、资源化”的原则，对石化园区进行设计与改造，促进循环经济的发展。加大节能减排力度，推广新型、高效、低碳的节能节水工艺，积极探索有毒有害原料（产品）替代，加强重点污染物的治理。实现土地集约利用、资源能源高效利用、废弃物资源化利用。</p> <p>2-4. 【土地资源/综合类】加强东、西侧防控区域的建设。严格按照《疏港大道西侧安全这防护区域用地产业布局协调规划》、《石化区西侧绿化隔离带控制性详细规划》以及扩大的《石化区东侧卫生（安全）防护区域用地产业布局协调规划》进行开发建设。禁止防控区域内新建居民住宅等环境敏感目标。</p> <p>2-5. 【能源/综合类】大力推进绿色港口和公用码头建设，提升岸电使用率；有序推动船舶、港作机械等“油改气”、“油改电”，降低港口柴油使用比例。</p> <p>2-6. 【其他/综合类】新建、扩建“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平。</p>	<p>3-1. 【水/综合类】原则上各企业产生的废水经预处理后接入园区污水处理厂，处理达标后进行深海排放。</p> <p>3-2. 【水/综合类】加强园区污水处理厂运营管理，确保水污染物达标排放。</p> <p>3-3. 【大气/综合类】强化企业 VOCs 的排放控制，减少有组织及无组织排放。新引进排放 VOCs 项目须实行倍量削减替代。</p> <p>3-4. 【其他/限制类】化工行业企业根据国家及省市政策，执行特别排放限值。</p> <p>3-5. 【其他/综合类】新建“两高”项目应执行《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》等相关文件要求，并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。</p>	<p>4-1. 【水/综合类】生产、使用、储存危险化学品或其他存在环境风险的入园企业应采取有效的风险防范措施，设置足够容积的事故应急池，企业内部加强罐区围堰与事故应急池建设的同时，有条件的企业相互之间应急池达到互联互通，提高企业内部与企业周边局部区域的应急防控能力，加快重大风险源的企业与石化区公用应急事故水池连通管网的建设，并根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4 号）的要求编制环境风险应急预案。</p> <p>4-2. 【大气/综合类】推进全国化工园区环境应急示范区建设，建立大亚湾石化园区环境风险防控体系、环境应急救援体系和环境应急监测预警体系三大环境应急体系。推进石化园区重点污染源在线监控体系的建设，加强对特征污染物，尤其是苯系物和恶臭类等污染物的监测与监控。</p> <p>4-3. 【风险/综合类】园区制定环境风险应急预案，成立应急组织机构，定期开展应急演练，提高区域环境风险防范能力；对石化园区内构成重大风险源的企业，加强有毒有害物质的泄漏监测，建立并完善环境风险预警系统。</p> <p>4-4. 【其他/综合类】每隔三至五年进行一次环境影响跟踪评价。</p>
符合性分析								本项目是供水管道项目，不属于区域布局管控的禁止类和限制类，符合区域布局管控的要求。	本项目不设泵站，不占用土地，均为临时用地，资源能源利用少。	本项目是供水管道项目，不属于污染物排放管控的建设项目，符合污染物排放管控的要求。	本项目不存在危险物质，不违背其环境风险防控要求。

表 3.3-1b 惠东沿海一般管控单元准入清单的符合性分析一览表

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划			管控单元分类	要素细类	管控要求			
			省	市	区			区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
1	ZH44132330003	惠东沿海一般管控单元	广东省	惠州市	惠东县	一般管控单元	生态保护红线、一般生态空间、水环境一般管控区、大气环境一般管控区、建设用地污染风险重点管控区	<p>1-1. 【产业/鼓励引导类】生态保护红线及饮用水水源保护区外的区域，重点发展滨海旅游业、装备制造业、清洁能源产业、现代海洋产业。</p> <p>1-2. 【生态/禁止类】强化红树林等滨海湿地保护。禁止非法移植、采挖、采伐红树林或者采摘红树林种子。除国家重点项目外，禁止占用红树林湿地；确需占用或者临时占用的，应当开展不可避免性论证，依法办理审批手续。在红树林湿地从事生产经营、生态旅游、科学研究等活动，应当符合保护规划和相关法律法规规定；相关设施应当符合国家和地方的安全和环保标准。</p> <p>1-3. 【生态/禁止类】生态保护红线执行《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中的准入要求，红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。</p> <p>1-4. 【生态/限制类】一般生态空间内可开展生态保护红线内允许的活动，在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、基础设施建设、村庄建设等人为活动。</p> <p>1-5. 【土壤/限制类】重金属污染防治非重点区新建、改扩建重金属排放项目，应严格落实重金属总量替代与削减要求，严格控制重点行业发展规模。强化涉重金属污染行业建设项目环评审批管理，严格执行环保“三同时”制度。</p> <p>1-6. 【岸线/禁止类】除国家重大项目外，禁止围填海。</p> <p>1-7. 【岸线/禁止类】海岸带按照《惠州市海岸带保护与利用管理规定》实施管控，严格保护海滩、沙丘、沙坝、河口、基岩海岸、红树林、防护林等海岸带范围内特殊性地形地貌及自然景观，严格控制自然岸线段海岸带内的房屋、围堤建设。禁止在海岸带保护地带范围内采伐树木、开挖山体、开采矿产、围填海、破坏滩涂和红树林等改变自然地形地貌和海域自然属性的活动。</p> <p>1-8. 【岸线/限制类】根据《惠州市海岸带保护与利用规划》自海岸线向陆一侧按照岸线属性分类使用功能等原则划定海岸建设后退线，严格控制在建设后退线向海一侧范围内新建、扩建、改建建筑物。</p>	<p>2-1. 【水资源/综合类】落实最严格水资源管理制度，执行用水总量、用水效率控制红线。发展低压管道输水灌溉和微灌等先进的灌溉技术提升农业用水效率。推广先进节水工艺、节水技术和节水设备，推进节水技术改造。</p> <p>2-2. 【能源/鼓励引导类】建设以风电、核电、LNG 等清洁能源为主的高效能源体系。</p> <p>2-3. 【能源/鼓励引导类】大力推进绿色港口和公用码头建设，提升岸电使用率；有序推动船舶、港作机械等“油改气”、“油改电”，降低港口柴油使用比例。</p>	<p>3-1. 【其他/禁止类】严禁向海岸带范围内的湿地、河口、泻湖、海湾等生态敏感区排放污水、倾倒废弃物和垃圾。</p> <p>3-2. 【水/综合类】统筹规划农村环境基础设施建设，加强农村人居环境综合整治，采用集中与分散相结合的模式建设和完善农村污水、垃圾收集和处理设施，实施农村厕所改造，因地制宜实施雨污分流，将有条件的农村和城镇周边村庄纳入城镇污水、垃圾处理体系，并做好资金保障。</p> <p>3-3. 【大气/限制类】环境空气质量一类控制区内不得新建、扩建有大气污染物排放的项目，已有及改建工业企业大气污染物排放执行相关排放标准的一级排放限值，且改建时不得增加污染物排放总量；《惠州市环境空气质量功能区划（2021年修订）》实施前已设采矿权、已核发采矿许可证且不在自然保护区等其它法定保护地的项目，按已有项目处理，执行一级排放限值。</p>	<p>4-1. 【水/综合类】加强饮用水水源保护区内环境风险排查，开展风险评估及水环境预警监测。</p> <p>4-2. 【风险/综合类】强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。</p> <p>4-3. 【生态/鼓励引导类】对红树林湿地资源进行监测，并建立红树林湿地资源数据档案。</p>
符合性分析								<p>本项目是供水管道项目，不属于区域布局管控的禁止类和限制类，符合区域布局管控的要求。</p>	<p>本项目不设泵站，不占用土地，均为临时用地，资源能源利用少。</p>	<p>本项目是供水管道项目，不属于污染物排放管控的建设项目，符合污染物排放管控的要求。</p>	<p>本项目不存在危险物质，不违背其环境风险防控要求。</p>

表 3.3-1c 大亚湾西区-澳头-霞涌一般管控单元准入清单的符合性分析一览表

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划			管控单元分类	要素细类	管控要求			
			省	市	区			区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
1	ZH44130330002	大亚湾西区-澳头-霞涌一般管控单元	广东省	惠州市	大亚湾经济技术开发区	一般管控单元	生态保护红线、水环境工业污染重点管控区、大气环境布局敏感重点管控区、大气高排放重点管控区、高污染燃料禁燃区、建设用地污染风险重点管控区、江河湖库重点管控岸线	<p>1-1. 【产业/鼓励引导类】生态保护红线及水源保护区外的区域，重点发展总部研发、科技创新、交易平台、智能制造等产业。</p> <p>1-2. 【产业/禁止类】淡水河流域内，除国家产业政策规定的禁止项目外，还禁止新建农药、铬盐、钛白粉生产项目，禁止新建稀土分离、炼砒、炼铍、纸浆制造、氰化法提炼产品、开采和冶炼放射性矿产及其他严重污染水环境的项目；严格控制新建造纸、制革、味精、电镀、漂染、印染、炼油、发酵酿造、非放射性矿产冶炼以及使用含汞、砷、镉、铬、铅为原料的项目。</p> <p>1-3. 【产业/限制类】严格限制石化、化工、包装印刷、工业涂装等高 VOCs 排放建设项目。</p> <p>1-4. 【生态/限制类】生态保护红线执行《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中的准入要求。</p> <p>1-5. 【水/禁止类】饮用水水源保护区涉及龙尾山水库饮用水水源保护区，饮用水水源保护区按照《广东省水污染防治条例》“第五章 饮用水水源保护和流域特别规定”进行管理。一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护区无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护区无关的建设项目须拆除或者关闭。二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目须责令拆除或者关闭；不排放污染物的建设项目，除与供水设施和保护区有关的外，应当尽量避让饮用水水源二级保护区；经组织论证确实无法避让的，应当依法严格审批。</p> <p>1-6. 【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区内，强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展，有序推进区域内行业企业提标改造。</p> <p>1-7. 【土壤/限制类】重金属污染防控非重点区新建、改扩建重金属排放项目，应严格落实重金属总量替代与削减要求，严格控制重点行业发展规模。强化涉重金属污染行业建设项目环评审批管理，严格执行环保“三同时”制度。</p> <p>1-8. 【岸线/禁止类】除国家重大项目外，禁止围填海。</p> <p>1-9. 【岸线/限制类】海岸带范围内严格保护海滩、沙丘、沙坝、河口、基岩海岸、红树林、防护林等海岸带范围内特殊性地形地貌及自然景观，严格控制自然岸线海岸带内的房屋、围堤建设。</p> <p>1-10. 【岸线/禁止类】禁止在海岸带保护地带范围内采伐树木、开挖山体、开采矿产、围填海、破坏滩涂和红树林等改变自然地形地貌和海域自然属性的活动。</p>	<p>2-1. 【能源/鼓励引导类】鼓励降低煤炭消耗、能源消耗，引导光伏等多种形式的新能源利用。</p> <p>2-2. 【能源/综合类】根据本地区大气环境质量改善要求逐步扩大高污染燃料禁燃区范围。</p>	<p>3-1. 【其他/综合类】现有企业控制污染物排放总量，新建、改建、扩建项目采取先进治污措施，尽量减少污染物排放总量；区域内新建高耗能项目单位产品（产值）能耗须达到国际先进水平，采用最佳可行污染控制技术。</p> <p>3-2. 【水/综合类】城镇新区建设均实行雨污分流，水质超标地区要推进初期雨水收集、处理和资源化利用。新建、扩建污水处理设施和配套管网须同步设计、同步建设、同时投运。</p> <p>3-3. 【水/限制类】提高淡水河流域污水收集率；降低淡澳河、岩前河等入海河流周边企业的污染物排放量，确保入海河流达到国家考核要求。</p> <p>3-4. 【水/限制类】淡水河流域内，金属制品（不含电镀、化学镀、化学转化膜等工艺设施）、橡胶和塑料制品业、食品制造（含屠宰及肉类加工，不含发酵制品）、饮料制造、化学原料及化学制品制造、城镇污水厂执行《淡水河、石马河流域水污染物排放标准》（DB44/2050-2017）。</p> <p>3-5. 【大气/限制类】重点行业新建涉 VOCs 排放的工业企业原则上应入园进区。新建项目 VOCs 实施倍量替代。</p> <p>3-6. 【土壤/禁止类】禁止向农用地排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。</p> <p>3-7. 【水/综合类】统筹规划农村环境基础设施建设，加强农村人居环境综合整治，采用集中与分散相结合的模式建设和完善农村污水、垃圾收集和处理设施，实施农村厕所改造，因地制宜实施雨污分流，将有条件的农村和城镇周边村庄纳入城镇污水、垃圾处理体系，并做好资金保障。</p>	<p>4-1. 【水/综合类】城镇污水处理厂应采取有效措施，防止事故废水、废液直接排入水体。</p> <p>4-2. 【水/综合类】加强饮用水水源保护区内环境风险排查，开展风险评估及水环境预警监测。</p>
符合性分析							本项目是供水管道项目，不属于区域布局管控的禁止类和限制类，符合区域布局管控的要求。	本项目不设泵站，不占用土地，均为临时用地，资源能源利用少。	本项目是供水管道项目，不属于污染物排放管控的建设项目，符合污染物排放管控的要求。	本项目不存在危险物质，不违背其环境风险防控要求。	

3.3.5 水资源配置方案的合理性分析

由于本项目仅从稔平供水工程分水点处新建原水管道至大亚湾，并未改变稔平供水工程 45 万 m^3/d 的供水规模，惠州市惠东县稔平半岛供水工程（45 万 m^3/d 的供水规模）环境影响报告书已获得原惠州市环境保护局的批复（惠市环【2013】6 号），因而本次评价不再赘述。仅引用水资源论证报告结论，具体如下：

1) 惠东县 2030 年、2035 年多年平均需水量分别为 4.32 亿 m^3 、4.75 亿 m^3 ，其中稔平半岛 2030 年、2035 年多年平均需水量分别为 1.08 亿 m^3 、1.30 亿 m^3 。按现状工程供水能力，2030 年、2035 年全县过年平均可供水量分别为 4.10 亿 m^3 、4.32 亿 m^3 ，缺水率分别为 5%、9%。其中稔平半岛 2030 年、2035 年多年平均可供水量分别为 0.88 亿 m^3 、0.90 亿 m^3 ，缺水率分别为 18%、31%，存在一定程度的缺水，主要发生在吉隆镇、黄埠镇。

2) 在已建工程体系的基础上，通过优化惠东水资源配置网络，2030 年全县多年平均、 $P=90\%$ 、 $P=97\%$ 可供水量分别为 4.32 亿 m^3 、5.13 亿 m^3 、5.26 亿 m^3 ，2035 年全县多年平均、 $P=90\%$ 、 $P=97\%$ 可供水量分别为 4.73 亿 m^3 、5.49 亿 m^3 、5.59 亿 m^3 ，届时惠东县不存在缺水问题。其中稔平半岛 2030 年多年平均、 $P=90\%$ 、 $P=97\%$ 可供水量分别为 1.08 亿 m^3 、1.24 亿 m^3 、1.27 亿 m^3 ，2035 年稔平半岛多年平均、 $P=90\%$ 、 $P=97\%$ 可供水量分别为 1.30 亿 m^3 、1.45 亿 m^3 、1.48 亿 m^3 ，可满足当地水资源保障需求。

3) 稔平半岛供水工程对惠东县意义重大，工程最大供水能力为 45 万 m^3/d 。通过对稔平半岛现状用水量分析及近远期水量进行预测，稔平半岛 2030 年供水规模约 22~25 万 m^3/d ，有富余能力向大亚湾区供水。

4) 大亚湾区现状供水能力将无法满足不同发展用水需求，至 2030 年存在约 20 万 m^3/d 的供水缺口。建议通过稔平半岛供水工程解决这部分缺口。2030 年后，稔平半岛供水工程逐渐减少，大亚湾区的缺水问题将通过惠州市南部水网全部解决。

5) 稔平半岛供水工程向大亚湾区供水后，仅利用工程富余供水能力，不改变稔平半岛供水工程设计取水流量 5.2 m^3/s 。2030 年和 2035 年稔平半岛供水工程多年平均取水量仅占河段来水量的 4.3%和 5.4%，设计取水流量占 90%保证率月平均流量的 24.8%和 25.0%，占 97%保证率月平均流量的 29.4%和 29.5%，取水对西枝江的水文情势影响不大。

取水涉及河段最小下泄流量 15 m^3/s 可满足生态环境的基本要求。2030 年和 2035 年

90%历时保证率下河段月平均来水量扣除最小下泄流量要求后仍能满足 $5.2\text{m}^3/\text{s}$ 的设计取水要求；2030年和2035年97%历时保证率下河段月平均来水量扣除最小下泄流量要求后，剩余流量达不到设计取水流量，此时惠东县、大亚湾区需通过惠州市南部水网工程从东江干流调水补充。在优化极枯年份各供水工程运行调度的前提下，取水对水域生态环境影响不大。

河段可供水量完全能够同时满足其它用水户的要求，因此不会对其它用水户产生明显影响。

4 环境质量现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

惠州市位于广东省东南部，珠江三角洲东北端，属珠三角经济区，处于东江流域的中游，介于东经 $113^{\circ} 49' \sim 115^{\circ} 25'$ 与北纬 $22^{\circ} 33' \sim 23^{\circ} 57'$ 之间。南临南海大亚湾，毗邻香港、深圳，北连河源市，东接汕尾市，西邻东莞和广州市，距惠州港约 50km，距东莞约 30km，距深圳约 80km，距广州约 130km，交通方便，地理位置优越，素有“粤东门户”之称。现辖惠城区、惠阳区、惠东县、博罗县、龙门县，设有大亚湾经济技术开发区和仲恺高新技术产业开发区两个国家级开发区。

惠东县地处广东省东南部和惠州市东部，处于北回归线南侧，位于东经 $114^{\circ} 33' 10'' \sim 115^{\circ} 25' 13''$ ，北纬 $22^{\circ} 32' 39'' \sim 23^{\circ} 23' 17''$ 之间。全县东西最宽 90 千米，南北最长 98 千米，陆地总面积 3526.73 平方千米。东连汕尾市海丰县，北靠河源市紫金县，西接惠阳区，南临南海的大亚湾和红海湾。

稔平半岛位于惠州市惠东县南部大亚湾与红海湾之间，面积 742 平方公里，属沿海丘陵区，是惠东的渔、盐生产基地，占全县总面积 21%。包括稔山、铁涌、巽寮、平海、港口等 5 个镇区。稔山镇地处惠东县东南 20km 处，南临大亚湾，地处沿海要冲，有大亚湾黄金海岸线长 36km，是沿海地区工农业产品的主要集散地。稔山镇总面积 188.4 平方公里，辖 17 个村委会、2 个社区居委会、69 个村民小组。稔山镇交通便利，广汕公路与深汕高速公路在镇内的白云处汇合，有亚婆角、范和港、鹤咀、青洲、黄布角等 5 个码头，水路可直通大亚湾、香港、汕头、澳门等地，是个工、农、盐、渔、商等全面发展的海滨城镇。

惠州大亚湾(国家级)经济技术开发区(以下简称“大亚湾区”)地处惠州市南部，于 1993 年 5 月经国务院批准成立，辖区陆地面积 293 平方公里，海域面积 1319 平方公里。在大亚湾区东部，设立了惠州大亚湾石化产业园区，占地 27.8 平方公里，是珠三角东岸地区唯一的石油化工园区。

4.1.2 地形、地貌及地质

4.1.2.1 地形地貌

惠州市北依九连山，南临南海，为粤东平行岭谷的西南段，地貌类型复杂。地势北、东部高，中、西部低，中部低山、丘陵、台地、平原相间，在丘陵、台地周围以及江河两岸有冲积阶地。其中，中低山约占全市陆地面积的 7.7%，丘陵占 26%，台地占 35%，平原阶地占 31.3%。

惠东县属沿海山区县，莲花山脉分布在县境北部和东北部，地势较高，南部沿海多为丘陵，地势较低，整个地势是由东北向西南倾斜。北部、东北部是山区。海拔 1000 米以上的山峰有 27 座，属莲花山脉及其乌禽嶂支脉，其中最高的莲花山主峰海拔 1337.3 米。这里是惠东的主要林区，占全县总面积 43%。中部是沿海平原和丘陵，地势较平缓，土质肥沃，是惠东的主要产粮区和经济作物区，占全县总面积 36%。南部是稔平半岛，属沿海丘陵区，是惠东的渔、盐生产基地，占全县总面积 21%。

稔山镇属沿海山地丘陵地区。镇域地形多样，地势东高西低，南部滨临大亚湾，山地与丘陵占土地面积的 58%。镇北面与白花凌坑、平山铁马关的山脉相接，东南地势较平坦，西面多是连片集中的耕地。境内有海拔 500 米以上的山峰 5 座，最高峰位于镇内东侧的斜山（又称蛇山），海拔 647 米。镇内有白云、竹园、石桥、范和、大埔屯、盐灶背等 6 条河流，河道总长度 65.4 公里，分布的主要支流有 12 条，集雨面积 109.4 平方公里，均属粤东沿海水系。

大亚湾区地形主要为低山丘陵、河流冲击盆地、海滨平原台地、海岸沙堤等。大亚湾海域在大地构造上属于华南褶皱系，主要构造带方向为北东、北西和近东西向，沿岸主要为中生代地层，基岩山丘上的风化残积层厚度变化较大。大亚湾区海岸属于基岩山地海岸，北有海岸山脉，山体相对高差 700 余米，主峰铁炉嶂海拔 743.9m，西有笔架山海拔 717m，东有稔平半岛的鹧鸪尖海拔 586m，近岸丘陵海拔 50~200m。

4.1.2.2 地质

惠州市所处大地构造单元属华南褶皱系。地层岩性多样，以花岗岩等岩浆岩为主，地质构造褶皱和断裂发育。断裂构造的展布，以东北向为主，主要有罗浮山断裂带、紫金—博罗断裂带、莲花山断裂带。岩性多样形成种类多样的土壤。变质岩类主要分布于莲花山大断裂带、紫金—博罗断裂带北部、罗浮山山麓部分，发育的土壤一般土

层在 1 米以上，质地较细，黏粒含量较高，磷、钾养分较丰富。红色砂页岩主要分布在博罗、惠东等地，由不同粒径的砾石、砂、黏粒组成，土层一般浅薄。河流冲积物遍布各地，土层深厚，质地较均匀，黏粒含量和土壤养分较高，适应性广。海滨沉积物主要分布在沿海的惠东、惠阳等地，土壤土层深，养分含量丰富，潜在肥力高，但含盐量高，有的还可能受酸、碱危害。

大亚湾区内山地母岩以花岗岩和沙页岩为主，主要土壤有赤红壤和山地红壤，另有少量海滨盐土、砂土、盐渍沼泽土分布。

4.1.2.3 地震

根据《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》(GB50032-2003)及中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)，本工程地震动峰值加速度为 0.10g，管道全线地震动反应谱特征周期为 0.35s，抗震设防烈度为 7 度。

4.1.3 气象与气候

本项目采用惠阳气象站(59298)资料，气象站位于惠州市城区龙丰白头岭(山顶)，地理坐标为东经 114.3744 度，北纬 23.0711 度，海拔高度 108.5 米。惠阳气象站距项目 47.9km。

惠阳气象站近 20 年(2001-2020 年)的气候统计详见表 4.1-1。

表 4.1-1 惠阳气象站常规气象项目统计(2001-2020)

统计项目		*统计值	极值出现时间	**极值
多年平均气温(°C)		22.61		
累年极端最高气温(°C)		37.31	2004-07-02	38.9
累年极端最低气温(°C)		3.9	2016-01-24	0.6
多年平均气压(hPa)		1006.03		
多年平均水汽压(hPa)		21.7		
多年平均相对湿度(%)		74.97		
多年平均降雨量(mm)		2180.55		
多年平均最大日降水量(mm)		142.82	2006-07-15	292
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	0.68		
	多年平均雷暴日数(d)	64.47		
	多年平均冰雹日数(d)	0.63		
	多年平均大风日数(d)	1.89		
多年实测极大风速(m/s)		20.56	2013-09-23	36.
多年平均风速(m/s)		2.01		
多年主导风向、风向频率(%)		NE、15.02%		
多年静风频率(风速≤0.2m/s)(%)		3.38		

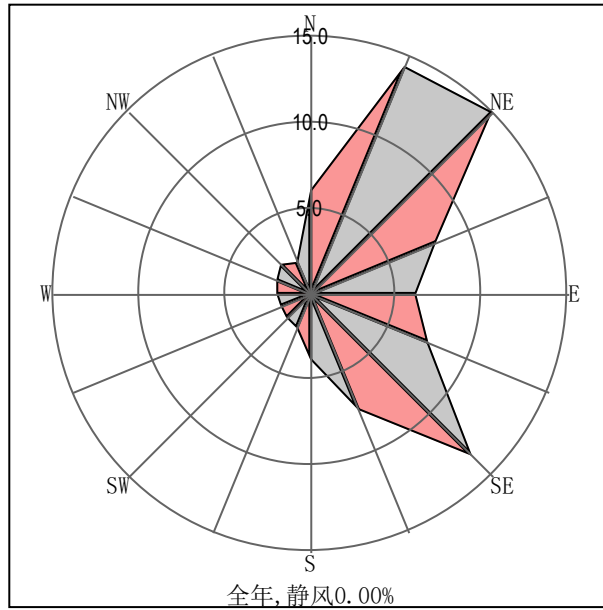


图 4.1-1 惠阳风向玫瑰图（静风频率 4.1 %）

4.1.4 地表水文

本项目主要跨越惠东稔山镇及大亚湾沿海河流，主要有白云河、竹园河、联丰河、夹坑河、晓联河、下沙河、青龙河、苏埔河、南坑河、澳背河、柏岗河等。

区域水系图见图 4.1-1。



图 4.1-1 工程所在区域水系图

4.1.5 海域水文

项目所在区域海域主要为大亚湾。

(1) 潮汐特征

大亚湾面向南海，沿岸无较大的河川径流注入，水流主要受潮流和沿岸流控制，该海区的潮汐属不正规半日混合潮型，潮汐调和常数特征比值为 1.55~1.95 之间，且日不等现象显著。从潮位过程线看出，湾外的潮波变形不大，而湾内的潮波因受狭长海湾和岛屿地形反射和变形影响，潮波变形（驻波）的反射波可达 30cm 以上，反映出浅水分潮效应较大，浅水振动达 2~3h，由于湾内反射波的作用，造成湾内太阴日内常出现 4 个高潮和 4 个低潮的现象。

年平均潮差约 1.0m，最大潮差 2.6m 左右。潮差具有明显的回归变化和朔望变化。潮差由湾口到湾顶逐渐增加，湾顶潮差比湾口潮差略大 20cm。

湾顶与湾口外的涨落潮有明显不同，湾口处涨潮历时一般比落潮历时长，但由于湾内变形显著，从湾口向湾顶，涨潮历时逐渐减小，甚至在湾顶处落潮历时稍大于涨潮历时。

(2) 潮流特征

大亚湾的潮波主要是太平洋潮波经巴士海峡传入南海后由湾口传入的。由于湾内的地形、岸线都比较复杂，因此，外来潮波进入湾内而发生变形，致使湾内的潮汐和潮流远较外海复杂。

与潮汐相对应，大亚湾的潮流性质也以不正规半日潮流为主，它占据了水域的极大部分，表层的范围尤其宽广。但在大亚湾核电站东部，却存在一片不正规日潮流区，底层的一小部分水域更具有正规日潮流性质 $[(W_{o1}+W_{k1})/W_{m2}>4]$ 。

大亚湾海流为驻波性质，流速和方向与潮汐的涨落对应较好。大亚湾湾口有大辣甲和黄毛山两岛屿，分别将湾口分隔为三条通道与外海相连，加上湾内岛屿众多，地形复杂，大湾套小湾。海流受地形、潮汐和风的影响程度不同而呈现不同的特征，但总体而言，可分为涨流流场、落流流场和转流流场。涨流流场是指海流方向一致向湾内。落流流场是海流方向一致向湾外。转流流场时，海区各处的流向不一，涨平和落平时的转流先后各异，方向多变。海流转流历时一般约 1h 左右。冬夏季的转流形式有明显的差异，特别是湾口东西水道，海流涨落转流的先后呈现出相反的趋势。

冬季：湾口东水道海流较中、西水道有先落后涨之特征，即落转涨时，西、中水

道先涨，然后在湾内，最后东水道；涨转落时，东水道先落，然后在湾内，最后西、中水道，因此，在落转涨、涨转落时，海区形成一个顺时针环流，在湾口较明显。

夏季：转流较复杂，在一太阴日内，转流有三个模式，一是中水道先落流，然后才是东、西水道，在湾口形成左右两个相反的水平环流，此情况涨转落时出现；二是西、中水道先涨，东水道后涨、形成一逆时针水平环流，此情况在落转涨时出现，三是底层流先涨，表层流仍为落流，形成垂向环流结构，此情况也多在落转涨时出现。

(3) 波浪

大亚湾内波浪的生消及传播特征，主要受制于风况和地形环境。波浪经湾口至湾内时，因受湾内众多岛屿、岬角的阻挡，波能迅速减弱。盛行波向和大风浪波向均为 E~SE，湾内波高通常在 3.0 m 以下，小于 0.5m 的 (H1/10)波高占 46.7%。出现最大波高时，浪向多为 ESE~SE，其频率为 62.7%。月平均波高变化不大，但最大波高变化却十分明显，6~11 月受台风影响，波高变化较大，其波高值在 2.9~4.6m，5 月的最大波高仅为 2.2m，9 月的最大波高达 4.6m。

(4) 纳潮量

通过对进出纳潮断面流量过程的时间积分，计算可得大亚湾平均纳潮量约为 8.18 亿 m³，最大纳潮量约为 17.11 亿 m³。

大亚湾水交换能力受水动力条件影响，总体较弱。自大辣角以北海域的海水半交换期基本在 30 天以上，巽寮湾-澳头石化连线以东北海域的海水半交换期超过 60 天；大亚湾深圳一侧海域水交换条件优于惠东一侧海域，海水半交换期相对惠东海域较短。

4.2 环境保护目标

本项目涉及的环境保护目标主要为：自然保护区及生态保护红线

4.2.1 广东大亚湾水产资源省级自然保护区

1、保护区建立、范围和功能区划

(1) 保护区建立

广东大亚湾水产资源省级自然保护区内海洋生物多样性，珍稀种类集中，被称为南海水产资源的摇篮和种苗库，有海龟和石珊瑚等珍贵、濒危重点保护水生野生动物分布，拥有典型亚热带珊瑚礁、红树林、海藻场、海岛等海洋生态系统，具有较高的保护价值。水产资源是国家的一项宝贵财富，为了维护大亚湾的自然环境和生态平衡，1983 年，广东省人民政府以《关于建立大亚湾等三个水产资源自然保护区的批复》(粤

府函（1983）63号）批准建立了大亚湾水产资源自然保护区，广东省水产厅以《关于建立大亚湾等三个水产资源自然保护区的通知》（（83）粤水产字第156号）印发了《大亚湾水产资源自然保护区暂行规定》，对保护区的位置、范围、保护对象、管理机构的设置和主要管理措施等进行了具体规定。

（2）保护区面积及范围

2021年，为更好地保护广东大亚湾水产资源省级自然保护区的自然资源和生态环境，强化对自然保护区的管理，促进自然保护区管理与重点项目建设协调发展，深圳和惠州两市人民政府向上级申请对保护区部分范围和功能区进行适当的调整。根据《广东省自然资源厅关于同意广东大亚湾水产资源省级自然保护区范围和功能区调整的复函》（粤自然资规〔2021〕1133号），调整后的保护区总面积为986.35km²，其中，核心区面积125.90km²，缓冲区面积189.76km²，实验区面积670.69km²，分别占保护区总面积的12.76%、19.24%、68.00%。调整后的保护区范围见图4.2-1。

2、保护区保护对象

广东大亚湾水产资源省级自然保护区是以保护大亚湾水产资源及其生境为主体的自然保护区，属“野生生物类”中的水生动植物自然保护区。根据《大亚湾水产资源自然保护区功能区划》（粤海水〔2000〕23号）和《广东大亚湾水产资源省级自然保护区总体规划（2021-2035）》，保护区主要保护对象分为四大类，分别为：主要水生生物种群；海龟、珊瑚等珍贵、濒危重点保护水生野生动物种群及其自然生境；重要水生物种的产卵场和索饵场；红树林、海藻场、岛礁海洋生态系统以及珊瑚群落。

（1）主要水生生物种群

①鱼类

鱼类主要保护对象包括：二长棘犁齿鲷、真鲷、黑棘鲷、平鲷、黄鳍鲷、褐带石斑鱼、青石斑鱼、金线鱼、大黄鱼、黄姑鱼、胡椒鲷、日本竹筴鱼、乌鲳、带鱼、银鲳、中国鲳、褐蓝子鱼、龙头鱼、鲷、康氏马鲛、斑鲷、丽叶鲷、蓝圆鲷、羽鳃鲷等。

②贝类

贝类主要保护对象包括：马氏珠母贝、华贵栉孔扇贝、栉江珧、旗江珧、假奈拟塔螺、蝶螺、咬齿牡蛎、团聚牡蛎、龟足、日本花棘石鳖和嫁蛾等。

③甲壳类

甲壳类主要保护对象包括：斑节对虾、日本对虾、墨吉对虾、哈氏仿对虾、刀额新对虾等）、宽突赤虾、远海梭子蟹、红星梭子蟹、锈斑蟊、口虾蛄、猛虾蛄、断脊小

口虾蛄、龟足等。

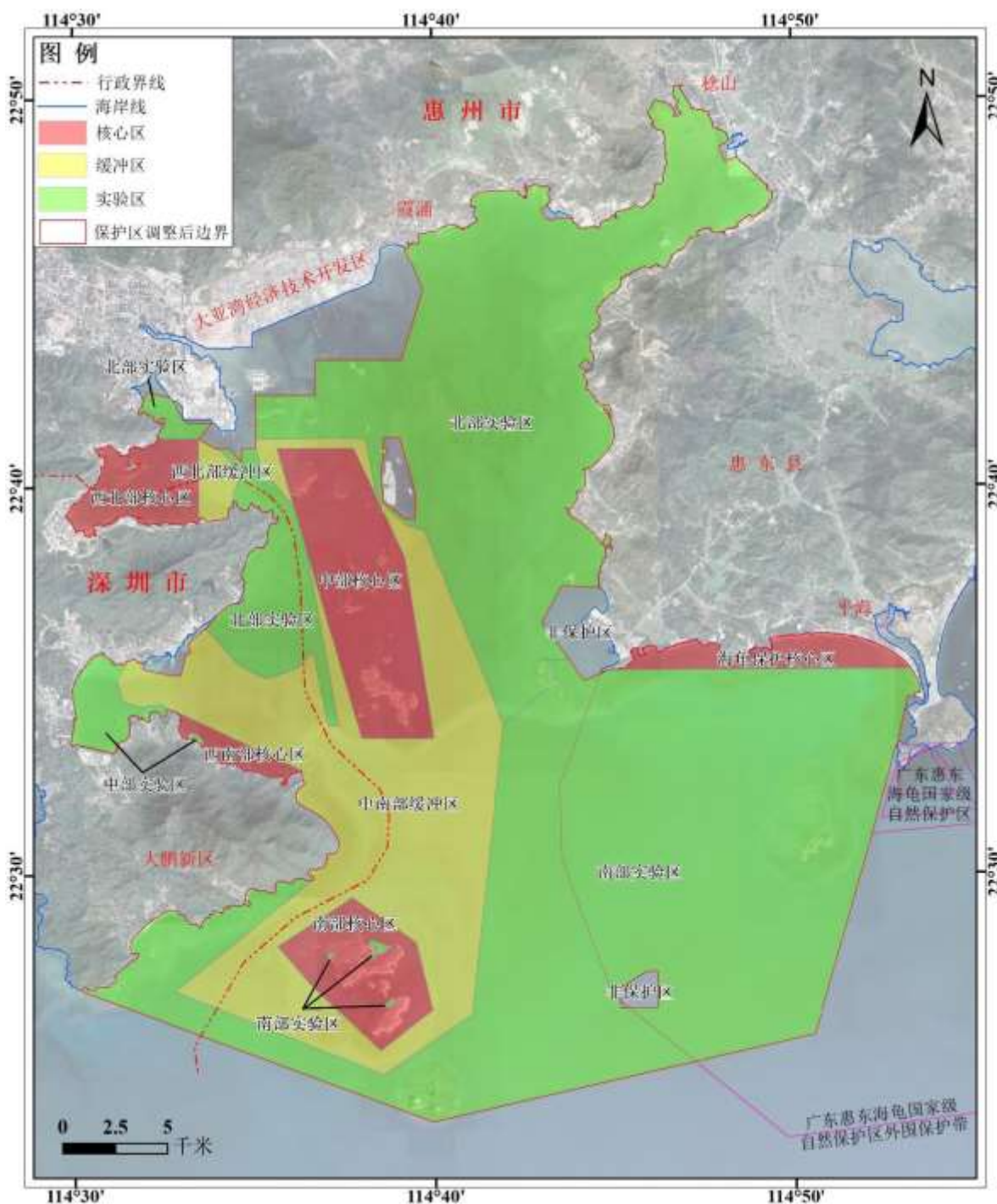


图 4.2-1 大亚湾水产资源自然保护区功能区划图（2021 年）

④头足类

头足类主要保护对象包括：杜氏枪乌贼、曼氏无针乌贼和火枪乌贼等。

⑤棘皮动物

棘皮类主要保护对象包括：紫海胆、海参等。

⑥藻类

藻类主要保护对象包括：马尾藻、海萝等。

各主要水生生物保护物种主要分布情况见图 4.2-2。

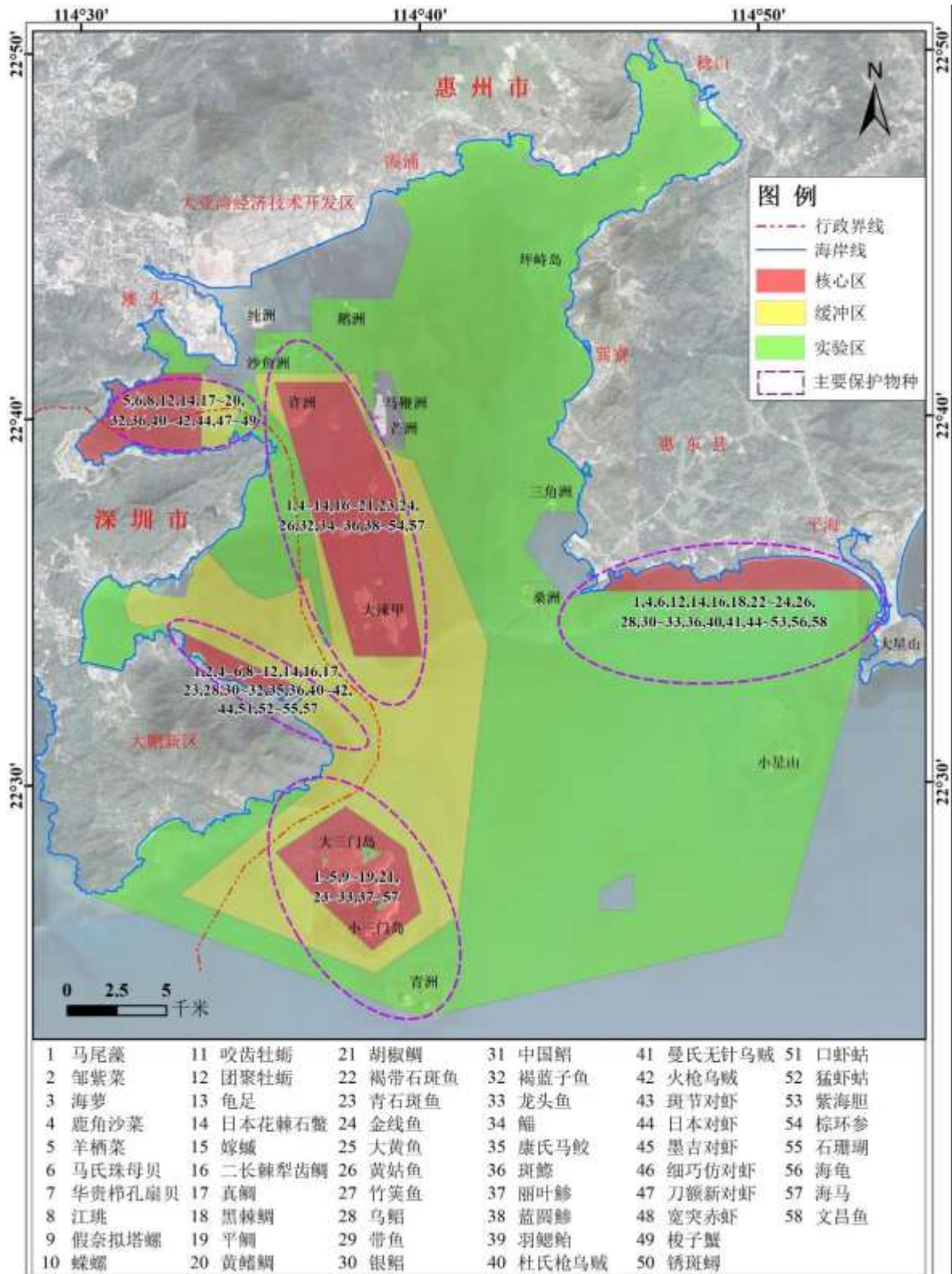


图 4.2-2 保护区重要水产经济种类聚集分布示意图

(2) 海龟、珊瑚等珍贵、濒危重点保护水生野生动物种群及其自然生境

①海龟

主要品种为绿海龟，也偶有玳瑁、棱皮龟等发现。在大亚湾海域，海龟每年5~10月爬上沙滩筑巢产卵，根据上沙滩筑巢产卵后回到海里的海龟活动卫星追踪结果分析，海龟在大亚湾的主要活动海域为大星山-小星山一带海域、沱泞列岛以及辣甲列岛周边海域，赤洲以北海域偶见踪迹（图 4.2-3）。

②珊瑚

大亚湾是我国沿海少数几个有珊瑚分布的海湾，绝大多数为浅水石珊瑚，主要品种为鹿角珊瑚、牡丹珊瑚、滨珊瑚、蜂巢珊瑚、角蜂巢珊瑚、菊花珊瑚、刺柄珊瑚、陀螺珊瑚等，大亚湾珊瑚分布情况见图 4.2-3。

③海马

大亚湾海马历史调查主要是大海马和三斑海马，为国家二级保护水生野生动物，主要分布在海藻资源丰富岛礁和沿岸岩礁海域。

④文昌鱼

大亚湾发现的文昌鱼品种为白氏文昌鱼。

⑤鲸豚类

大亚湾海域也偶有发现国家一级重点保护水生野生动物中华白海豚、国家二级重点保护水生野生动物江豚等鲸豚类水生野生动物。根据惠州市渔业研究推广中心近十几年的鲸豚类观测结果，鲸豚类野生动物主要出现在大亚湾中南部水深较深海域，但只偶尔出现，频率较低。

(3) 重要水生物种的产卵场、索饵场

大亚湾重要水生物种产卵场主要分布在大亚湾西北部（澳头湾、鸡心岛、许洲、白沙洲）、中部（赤洲、圆洲、小辣甲和大辣甲等）和沱泞列岛（大三门岛、小三门岛和青洲等）附近海域；索饵场主要分布在辣甲列岛周边海域及沱泞列岛海域（图 4.2-4）。

(4) 红树林、海藻场、岛礁海洋生态系统以及珊瑚群落

①红树林生态系统

大亚湾红树林主要分布在淡澳河口、范和港等地，巽寮、平海沿岸也有零星分布（图 4.2-3），主要由秋茄、木榄、桐花树、老鼠勒、白骨壤等树种混生而成，栖息了一百多种鸟类、昆虫及藻类，海洋生物、植物资源十分丰富。

②海藻场生态系统

海藻场是沿岸潮间带低潮区和潮下带 30m 以浅硬质底区大型底栖藻类与其他海洋生物群落共同构成的一种典型近岸海洋生态系统，形成海藻场的大型藻类主要有马尾藻属、巨藻属、昆布属、裙带菜属、海带属和鹿角藻属。

大亚湾海藻场为蝶螺、杂色鲍、紫海胆、塔形马蹄螺等食藻底栖动物，以及海龟等提供了良好的饵料和庇护条件，也是多种经济鱼类的产卵及仔幼体的栖息和索饵场所，同时海藻能吸收海水中营养盐，增加海水溶解氧含量，对净化海域水质具有重要作用。大亚湾主要海藻场分布情况见图 4.2-3，主要位于大辣甲、大小三门岛、小星山周边海域。

③岛礁生态系统

大亚湾中央有一系列南北向分布的岛屿，其中包括港口列岛、中央列岛、辣甲列岛及大陆沿岸的其他岛屿，素有“百岛之湾”之称。岛礁与大陆隔断、四面环水，衍生相对独立又独特的生态系统，与其它生态系统相比，岛礁生态系统具有海陆二相性、系统完整性、资源独特性和生态脆弱性等特征。岛屿大多远离大陆、地域狭小，岛上物种来源受限，生物多样性较低，但种间竞争少，也是鸟类栖息繁衍的绝佳场所；此外，环岛海域是鱼虾贝藻重要繁殖栖息之所。

对大亚湾保护区而言，需重点保护的是海岛高潮位以下的岛礁生态系统。科学调查结果显示，大亚湾岛礁生态系统是众多经济鱼类产卵、索饵的重要依托，是珊瑚群落、海藻场等典型生态系统的重要分布区域，也是重要珍稀动植物的庇护之地，生物多样性丰富，具有良好的生态系统服务价值。大亚湾主要岛礁分布见图 4.2-4。

④珊瑚群落

大亚湾浅水造礁珊瑚约分属 8 属，包括：鹿角珊瑚、牡丹珊瑚、滨珊瑚、蜂巢珊瑚、角蜂巢珊瑚、菊花珊瑚、刺柄珊瑚及陀螺珊瑚等。栖息在珊瑚群落的动物种类很多，如营固着生活的沐浴海绵、矾海绵、棘海鳃、红海葵、绿色群体海葵、橙条矾海葵等。珊瑚群落附近还有着各种贝类，如蛇螺、海菊蛤、凤螺、牡蛎、珠母贝、贻贝、石蛙等。花棘石鳖、海参、海燕、刺蛇尾、紫海胆、刺棘海胆等也是常见的动物。大亚湾海域的珊瑚分布情况详见图 4.2-3。

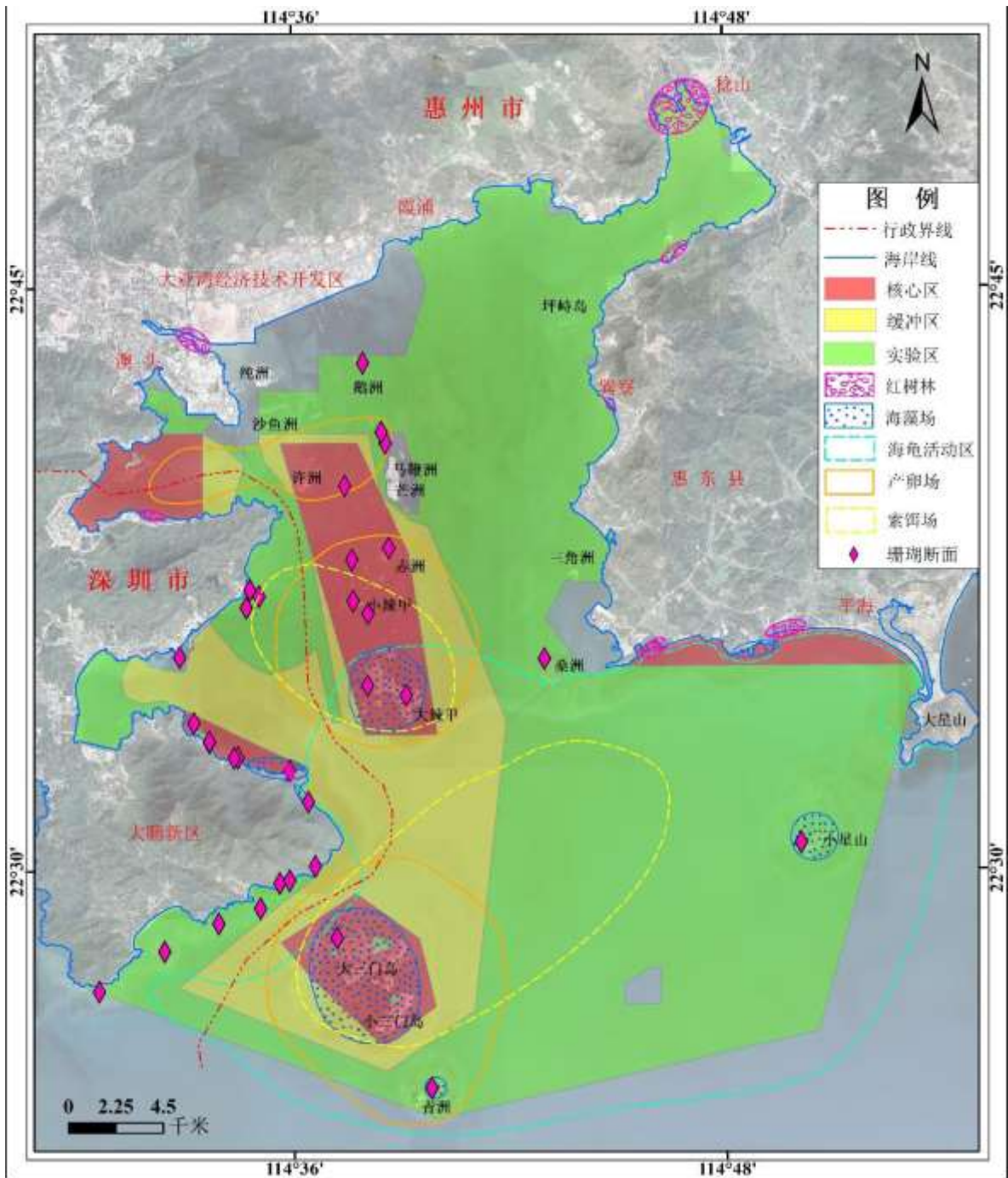


图 4.2-3 大亚湾珊瑚、红树林、海藻场、海龟活动区、产卵场和索饵场分布图

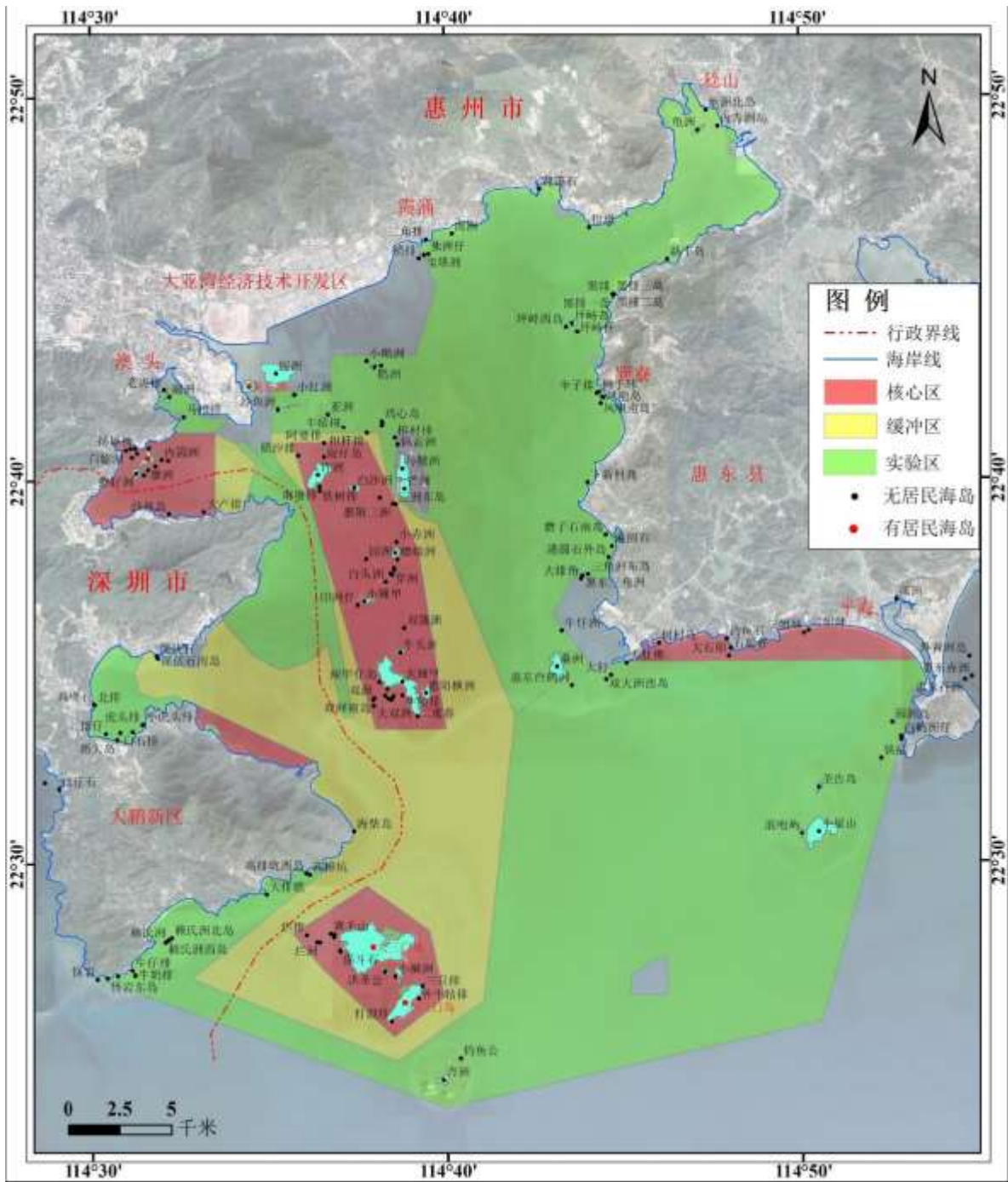


图 4.2-4 大亚湾岛礁分布图

3、管理措施

根据《广东大亚湾水产资源省级自然保护区总体规划（2021-2035）》，各功能区的控引措施如下：

（1）核心区一般管控措施

①在自然保护区的核心区内，除必要的保护区管护巡护、保护执法、经批准的科学研究、资源调查以及必要的科研监测保护和导航、防灾减灾救灾、应急抢险救援，

禁止从事采矿、挖沙、捕捞、开垦等生产经营活动（保护区成立前原居民已有的除外），不得建设生产设施。

②禁止擅自移动、搬迁或破坏界碑、标志物及保护设施，禁止非法捕捞、采集海洋生物。

③在核心区进行科学研究、生态修复、资源调查及监测活动，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，并经自然保护区管理机构批准。

④核心区允许已有合法线性基础设施和供水等涉及民生的基础设施的运行和维护，以及经批准采取隧道或桥梁等方式（地面或水面无修筑设施）穿越或跨越的线性基础设施、必要的航道基础设施建设活动。

⑤因有害生物防治、外来物种入侵、自然灾害预防和救助、维持主要保护对象生存环境等特殊情况，允许在核心区开展必要的生态修复工程、增殖放流、病害动植物清理等人工干预措施。

⑥现状锚地区禁止过驳作业。

⑦核心保护区内近岸水质按《广东省近岸海域环境功能区划》要求执行。

⑧周边项目工程建设涉及保护区的应开展保护区专题影响评价。

⑨若保护区相关法律法规修订，则管控措施按最新规定执行。

（2）缓冲区管控措施

①禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。

②禁止在自然保护区缓冲区内进行砍伐、捕捞、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。

③缓冲区内允许开展核心区内可开展的活动。

④周边项目工程建设涉及保护区的应开展保护区专题影响评价。

⑤缓冲区近岸水质按《广东省近岸海域环境功能区划》要求执行。

⑥若保护区相关法律法规修订，则管控措施按最新规定执行。

（3）实验区管控措施

①在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。

②禁止在自然保护区实验区内进行砍伐、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政

法规另有规定的除外。

③实验区内允许开展核心区、缓冲区内可开展的活动。

④实验区可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。

⑤在自然保护区的实验区内开展参观、旅游活动的，应加强管理，严禁开设与自然保护区保护方向不一致的参观、旅游项目。进入自然保护区参观、旅游的单位和个人，应当服从自然保护区管理机构的管理。

⑥在实验区内从事水产增养殖活动的，应当遵守自然保护区相关法律法规和保护区管理制度的规定，并服从保护区管理机构的管理；严格控制水产增养殖规模，发展生态友好型、净水型的增养殖模式。

⑦周边项目工程建设涉及保护区的应开展保护区专题影响评价。

⑧实验区近岸水质按《广东省近岸海域环境功能区划》要求执行。

⑨若保护区相关法律法规修订，则管控措施按最新规定执行。

4、本项目与保护区的关系

根据《广东省自然资源厅关于同意广东大亚湾水产资源省级自然保护区范围和功能区调整的复函》（粤自然资规〔2021〕1133号），本项目不在大亚湾保护区范围内，与保护区最近距离约 0.247km（见图 4.2-5）。

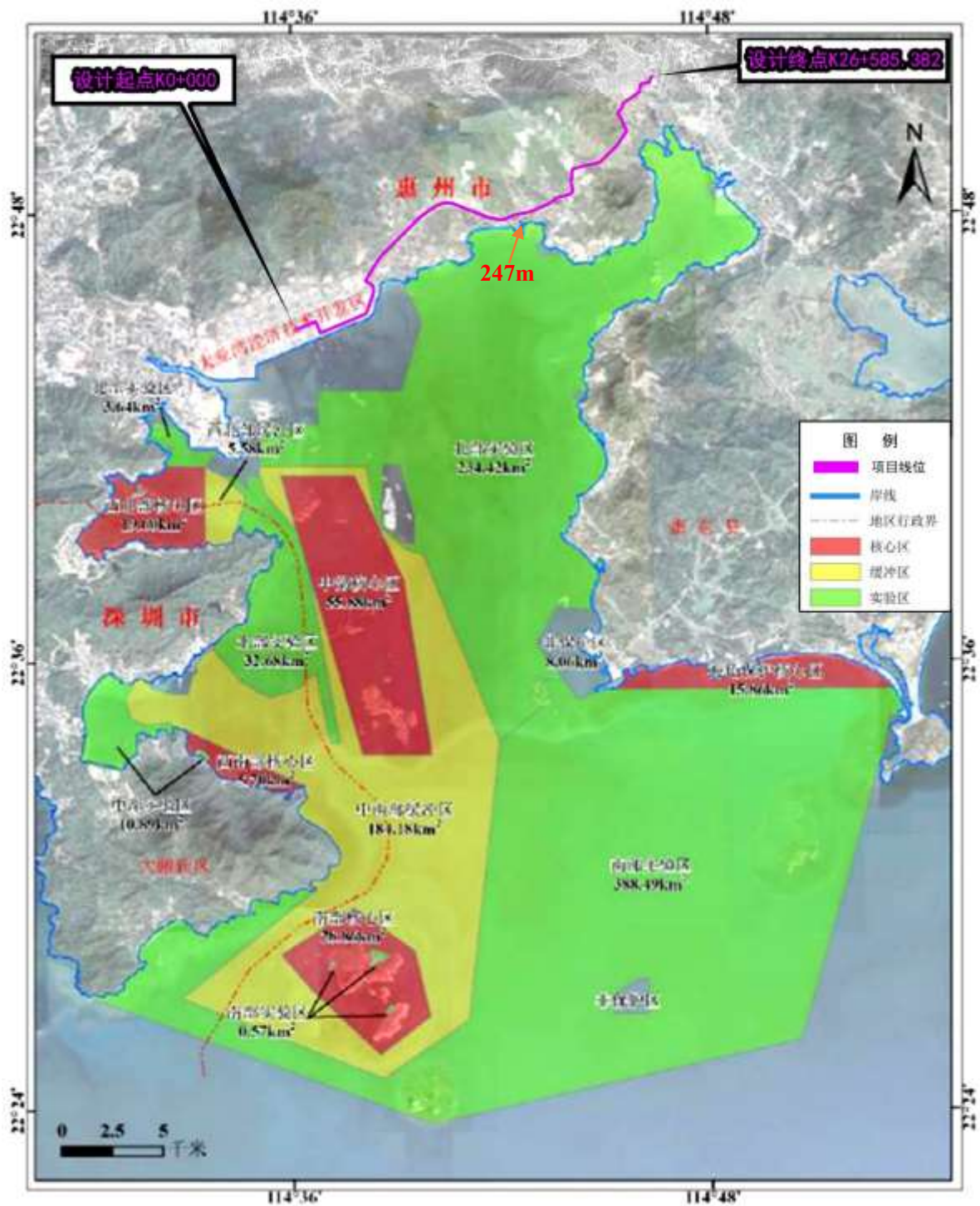


图 4.2-4 本项目与广东大亚湾水产资源省级自然保护区（2021 年）的位置关系图

4.2.2 生态保护红线

根据《广东省海洋生态红线》（粤府〔2017〕275 号），全省共划定 13 种类型的海洋生态红线区 268 个，总面积 18163.98 平方公里，占全省管辖海域总选划面积（64699 平方公里）的 28.07%（见附表 I）。其中，禁止类红线区 47 个，总面积 2425.05 平

方公里, 占总选划海域面积的 3.75%; 限制类红线区 221 个, 总面积 15738.93 平方公里, 占总选划海域面积的 24.32%。禁止类红线区和限制类红线区分别占广东省海洋生态红线区总面积的 13.35% 和 86.65%。各类型海洋生态红线区数量如下:

(一) 海洋保护区生态红线区共 68 个, 其中海洋保护区禁止类红线区 42 个, 海洋保护区限制类红线区 26 个, 总面积 4341.19 平方公里;

(二) 重要河口生态系统红线区 24 个, 总面积 824.31 平方公里;

(三) 重要滨海湿地红线区 12 个, 总面积 140.03 平方公里;

(四) 重要渔业海域红线区 34 个, 总面积 8256.98 平方公里;

(五) 特别保护海岛红线区 12 个, 其中海岛禁止类红线区 5 个, 海岛限制类红线区 7 个, 总面积 1323.68 平方公里;

(六) 自然景观与历史文化遗迹红线区 12 个, 总面积 22.30 平方公里;

(七) 珍稀濒危物种集中分布区 8 个, 总面积 1742.67 平方公里;

(八) 重要滨海旅游区红线区 32 个, 总面积 418.92 平方公里;

(九) 重要砂质岸线及邻近海域红线区 34 个, 总面积 439.32 平方公里;

(十) 沙源保护海域红线区 4 个, 总面积 206.30 平方公里;

(十一) 红树林红线区 23 个, 总面积 269.16 平方公里;

(十二) 海草床红线区 3 个, 总面积 59.16 平方公里;

(十三) 珊瑚礁生态红线区 2 个, 总面积 119.96 平方公里。

惠州市划定 4 个海洋保护区生态红线区, 为 2 个禁止类红线区和 2 个限制类红线区, 包括大亚湾水产资源省级自然保护区禁止类红线区 (部分海域位于深圳)、大亚湾水产资源省级自然保护区限制类红线区 (部分海域位于深圳)、惠东海龟自然保护区禁止类红线区和惠东海龟自然保护区限制类红线区; 惠州市划定重要河口生态系统生态红线区 1 个, 为吉隆河重要河口生态系统限制类红线区; 惠州市划定特别保护海岛生态红线区 2 个, 为针头岩特别保护海岛限制类红线区和针头岩特别保护海岛禁止类红线区; 惠州市划定自然景观与历史文化遗迹生态红线区 1 个, 为盲婆岭台自然景观与历史文化遗迹限制类红线区; 惠州市划定珍稀濒危物种集中分布区生态红线区 1 个, 为东山海海龟珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区; 惠州市划定红树林生态红线区 2 个, 包括考洲洋红树林限制类红线区、盐洲岛红树林限制类红线区; 惠州市划定海草床生态红线区 1 个, 为盐洲岛海草床限制类红线区。

项目涉及的生态保护红线具体情况看表 4.2-1。

本项目所涉及的生态保护红线为海洋自然保护区，接近实验区，不涉及核心保护区，不涉及生物多样性生态保护红线。

表 4.2-1 项目涉及的海洋生态红线区

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		生态保护目标	管控措施
	市级	县级						面积（km ² ）	海岸线长度（km）		
173	深圳	深圳大鹏新区、惠州大亚湾经济技术开发区、惠东	44-Ja22	禁止类	海洋自然保护区	大亚湾水产资源省级自然保护区禁止类红线区	114° 32' 30.34" -114° 53' 14.93" E; 22° 25' 29.42" -22° 41' 15" N	214.88	18.76	水产资源及海域生态环境	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《国务院办公厅关于做好自然保护区管理有关工作的通知》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止开展任何形式的开发建设生产活动，在本区从事科学研究活动应向保护区管理机构提出申请。禁止设置排污口、禁止排放油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。属于我国第一批开发利用无居民海岛名录的岛屿及有居民海岛，利用单位和个人应严格依照国家法律政策和开发利用具体方案等开发建设海岛。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。环境保护要求：保护大亚湾重要水产资源及其生境；加强保护区海洋生态环境监测。近岸区域海洋沉积物质量和海洋生物质量“执行《广东省海洋功能区划》中功能区规定的海洋环境质量要求”。
174	深圳	深圳大鹏新区、惠州大亚湾经济技术开发区、惠东	44-Xa14	限制类	海洋自然保护区	大亚湾水产资源省级自然保护区限制类红线区	114° 29' 53.35" -114° 53' 30.88" E; 22° 21' 10" -22° 50' 20.2" N	587.59	120.39	水产资源及海域生态环境	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》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止围填海、采挖海砂。禁止新增入海工业排污口日海排污口达标率 100%。控制养殖规模，倡导生态化养殖。严格限制改变海域自然属性。禁止任何形式的捕捞活动，恢复海洋生态系统的完整性，定时定点进行监测。属于我国第一批开发利用无居民海岛名录的岛屿及有居民海岛，利用单位和个人应严格依照国家法律政策和开发利用具体方案等开发建设海岛。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。环境保护要求：保护大亚湾重要水产资源及其生境；加强保护区海洋生态环境监测。近岸区域海洋沉积物质量和海洋生物质量“执行《广东省海洋功能区划》中功能区规定的海洋环境质量要求”。

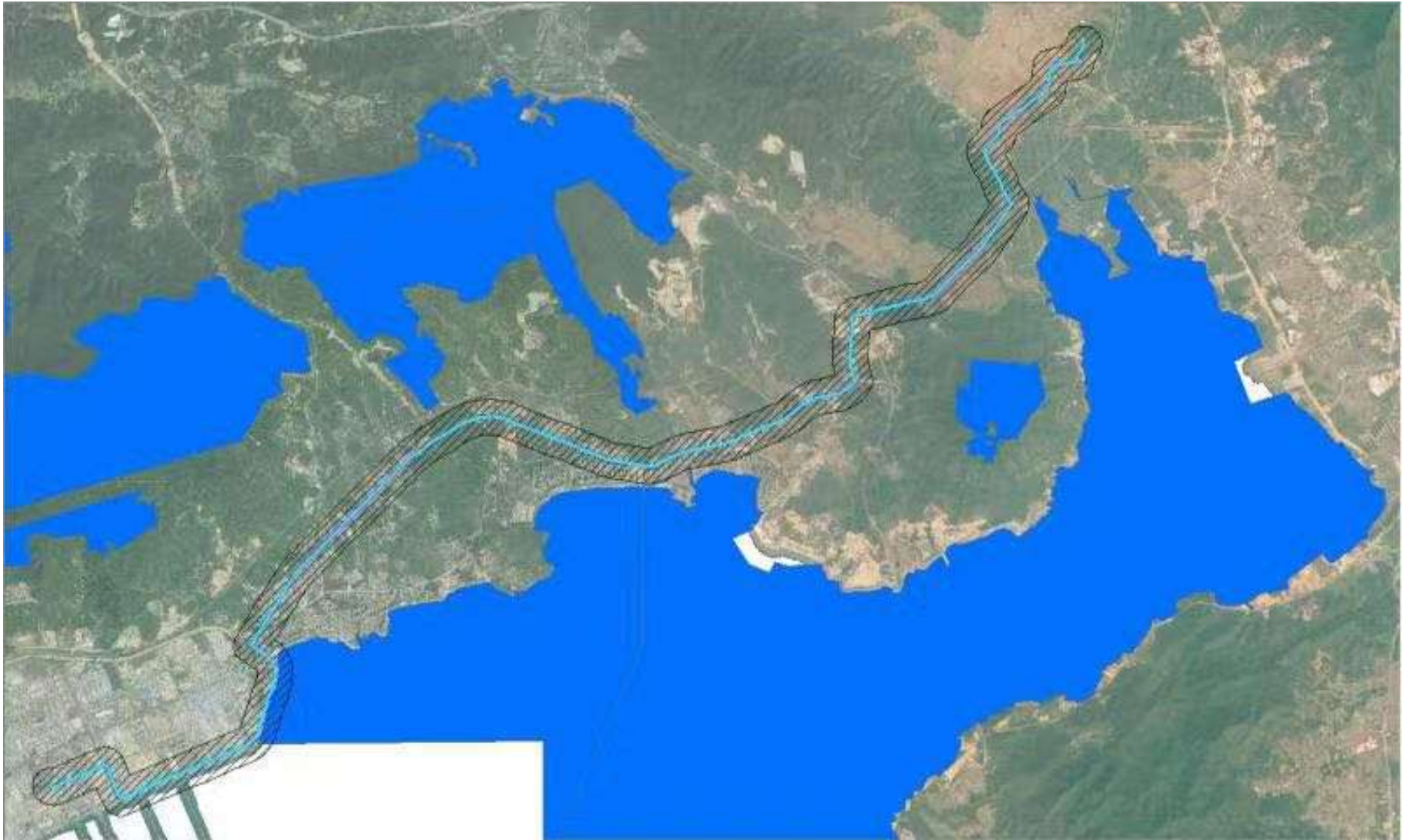


图 4.2-1 本项目与生态保护红线位置关系图

4.3 水环境质量现状监测与评价

4.3.1 地表水环境质量现状监测与评价

4.3.1.1 环境质量公报数据调查

根据《2021年惠州市生态环境状况公报》（惠州市生态环境局，2022年6月），2021年惠州市水环境质量如下：

饮用水源：2021年，8个县级以上在用集中式饮用水水源地水质Ⅱ类，优，达标率为100%。与2020年相比，水质保持稳定。

九大江河：2021年，东江干流（惠州段）、西枝江、增江干流（龙门段）、沙河、公庄河等5条河流水质优；淡水河、吉隆河水质良好，潼湖水和淡澳河水质轻度污染。与2020年相比，淡水河水质有所好转，其余河流水质保持稳定。

国考考地表水：按生态环境部2021年每月反馈国考断面采测分离数据，11个“十四五”国控地表水断面水质优良（Ⅰ~Ⅲ类），比例为90.9%（10个），高于省下达考核目标（72.7%）18.2个百分点；Ⅳ类、Ⅴ类和劣Ⅴ类分别占9.1%（1个）、0%、0%。与2020年相比，各国省考断面水质比例均持平。

湖泊水库：2021年，15座主要湖库中，惠州西湖水质Ⅲ类，良好，营养状态为中营养；白盆珠水库水质Ⅱ类，优，营养状态为贫营养；其余水库水质Ⅱ类，优，营养状态为贫营养~中营养。均达到水环境功能区划目标。与2020年相比，湖库水质保持优良。

近岸海域：2021年，惠州近岸海域16个国控点位海水水质一类、二类比例为100%，水质状况级别为优，大部分海域为洁净或较洁净海域，与2020年相比，水质保持稳定。

地下水：2021年，“十四五”3个地下水质量考核点位，水质类别在Ⅲ~Ⅳ类之间。

4.3.1.2 项目涉及地表水体环境质量现状

（1）监测断面布设

为了解项目周边地表水环境质量现状，本次在项目周边水体布设了5个监测断面具体监测布点详见下表。

表 4.3-1 监测断面与采样点位置表

点位	断面位置	所属水体	监测指标
W1	项目跨白云河断面 114.769079, 22.853806	白云河	水温、pH、DO、COD _{Cr} 、COD _{Mn} 、NH ₃ -N、BOD ₅ 、石油类、硫化物、氯化物、硫酸盐、总磷、LAS
W2	项目跨联丰河断面 114.754499, 22.826432	联丰河	
W3	项目跨青龙河断面 114.653211, 22.787837	青龙河	
W4	项目跨南坑河断面 114.640296, 22.772978	南坑河	
W5	项目跨柏岗河断面 114.613589, 22.751306	柏岗河	

(2) 监测时间及监测频率

监测时间：2022 年 9 月 20 日~22 日，由广东中诺检测技术有限公司连续监测 3 天，每天各采样 1 次。

采样方法：河流在取样断面的主流线上设一条取样垂线，在垂线水面下 0.5m 处取一个样。

(3) 监测项目与分析方法

监测项目：水温、pH、DO、COD_{Cr}、COD_{Mn}、NH₃-N、BOD₅、石油类、硫化物、氯化物、硫酸盐、总磷、LAS。

各监测项目的分析方法按国家环保局颁布的《环境监测技术规范》以及《水和废水监测分析方法》规定的方法进行。具体方法及检出限见表 4.3-2。

表 4.3-2 水质分析方法表

检测项目	检测方法	使用仪器及编码	检出限/测定下限
水温	《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法》GB/T 13195-1991	温度计 CNT(GZ)-C-101	/
pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》HJ 1147-2020	一体式数字笔式 pH 计 CNT(GZ)-C-216	/
化学需氧量	《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ 828-2017	COD 消解装置 CNT(GZ)-H-037	4mg/L
五日生化需氧量	《水质 五日生化需氧量 (BOD ₅) 的测定 稀释与接种法》HJ 505-2009	生化培养箱 CNT(GZ)-H-151	0.5mg/L
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》HJ 506-2009	溶解氧仪 CNT(GZ)-H-018	/
阴离子表面活性剂	《水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法》GB 7494-87	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.05mg/L
高锰酸盐指数	《水质 高锰酸盐指数的测定》GB 11892-89	/	0.5mg/L
硫酸盐	《水质 硫酸盐的测定 分光光度法》HJ/T 342-2007	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	8mg/L
氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.025 mg/L

检测项目	检测方法	使用仪器及编码	检出限/测定下限
	度法》HJ 535-2009		
总磷	《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB 11893-89	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.01mg/L
石油类	《水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行）》HJ 970-2018	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.01mg/L
硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》HJ 1226-2021	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.01mg/L
氯化物	《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》GB 11896-89	/	10mg/L

(4) 监测结果

监测结果见表 4.3-3。

(5) 现状评价

①评价标准

根据地表水功能区划，白云河水质目标为 III 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准；柏岗河水质目标为 IV 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准；青龙河、南坑河水质目标为 V 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 V 类标准。联丰河参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准。其具体标准限值见表 2.3-2。

②评价方法

采用单因子评价方法进行水环境现状评价。

单项水质参数评价采用标准指数式： $S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$

a、单项水质参数 i 在 j 占的标准指数。

式中： S_{ij} ——单项水质参数 i 在监测点 j 的标准指数；

C_{ij} ——污染物 i 在监测点 j 的浓度，mg/l；

C_{si} ——水质参数 i 的地表水水质标准，mg/l。

b、pH 值标准指数的计算可用下式：

$$S_{pH_j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0 \quad S_{pH_j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中： S_{pH_j} ——单项水质参数 PH 在监测点 j 的标准指数；

pH_j ——监测点 j 的 PH 值；

pH_{sd} ——水质标准中规定的 PH 值下限；

pH_{su} ——水质标准中规定的 PH 值上限；

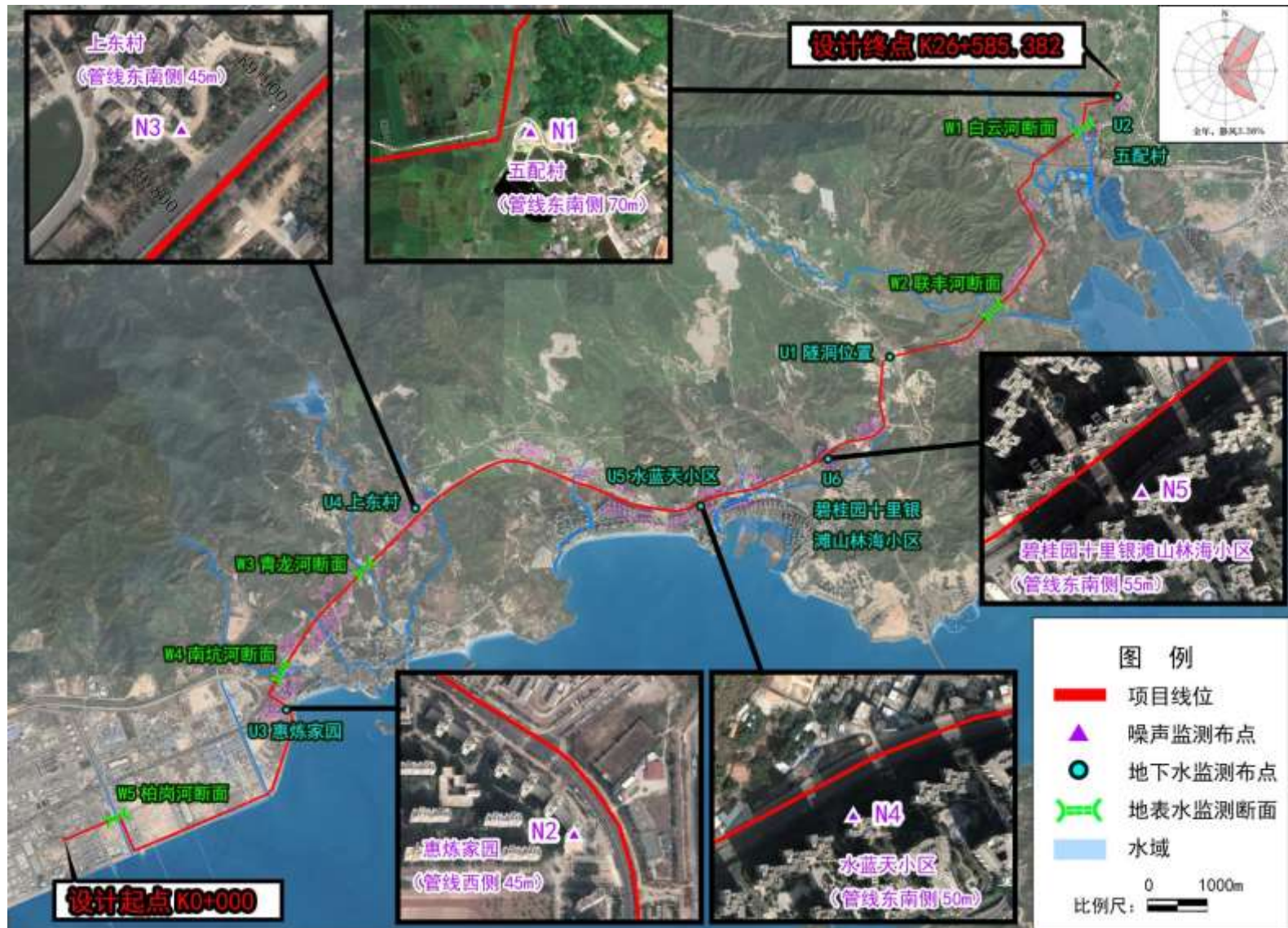


图 4.3-1 地表水、地下水、噪声监测布点图

表 4.3-3 地表水环境质量现状监测结果

检测项目	检测结果 单位: mg/L (注明除外)														
	W1 项目跨白云河断面			W2 项目跨联丰河断面			W3 项目跨青龙河断面			W4 项目跨南坑河断面			W5 项目跨柏岗河断面		
	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22
水温 (°C)	19.4	19.7	20.2	20.7	20.3	19.7	20.2	19.8	19.5	19.7	19.5	19.9	20.1	19.9	19.6
pH 值 (无量纲)	6.5	6.3	6.5	6.7	6.8	6.6	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	6.8	6.7	6.7
化学需氧量	18	13	13	17	18	18	20	16	11	22	25	27	16	17	10
五日生化需氧量	2.7	1.9	2	2.6	2.7	2.8	3.1	2.6	1.8	3.3	4	4.2	2.5	2.8	1.6
溶解氧	6.36	6.29	6.27	6.43	6.24	6.17	6.35	6.43	6.37	6.23	6.26	6.48	6.43	6.3	6.39
阴离子表面活性剂	0.15	0.1	0.12	0.09	0.13	0.07	0.13	0.11	0.1	0.11	0.09	0.08	0.09	0.12	0.11
高锰酸盐指数	3.3	3.5	2.9	2.8	3.5	3.6	3.6	2.7	2.7	2.5	2.9	3.3	3	3.2	2.8
硫酸盐	135	104	108	107	115	132	102	111	116	115	132	104	130	122	112
氨氮	0.423	0.484	0.461	0.372	0.43	0.358	0.478	0.334	0.404	0.34	0.418	0.382	0.454	0.398	0.488
总磷	0.13	0.09	0.11	0.07	0.13	0.08	0.11	0.12	0.14	0.09	0.1	0.12	0.12	0.14	0.09
石油类	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
硫化物	0.11	0.13	0.09	0.08	0.08	0.13	0.16	0.09	0.16	0.1	0.13	0.11	0.14	0.12	0.09
氯化物	186	236	214	130	185	225	178	144	201	151	202	150	223	178	196

注: <表示未检出

表 4.3-4 地表水环境质量现状监测结果统计

检测项目	标准指数														
	W1 项目跨白云河断面			W2 项目跨联丰河断面			W3 项目跨青龙河断面			W4 项目跨南坑河断面			W5 项目跨柏岗河断面		
	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/22
pH 值 (无量纲)	0.5	0.7	0.5	0.3	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.2	0.3	0.3
化学需氧量	0.900	0.650	0.650	0.850	0.900	0.900	0.500	0.400	0.275	0.550	0.625	0.675	0.533	0.567	0.333
五日生化需氧量	0.675	0.475	0.500	0.650	0.675	0.700	0.310	0.260	0.180	0.330	0.400	0.420	0.417	0.467	0.267
溶解氧	0.786	0.795	0.797	0.778	0.801	0.810	0.315	0.311	0.314	0.321	0.319	0.309	0.467	0.476	0.469
阴离子表面活性剂	0.750	0.500	0.600	0.450	0.650	0.350	0.433	0.367	0.333	0.367	0.300	0.267	0.300	0.400	0.367
高锰酸盐指数	0.550	0.583	0.483	0.467	0.583	0.600	0.240	0.180	0.180	0.167	0.193	0.220	0.300	0.320	0.280
硫酸盐	0.540	0.416	0.432	0.428	0.460	0.528	0.408	0.444	0.464	0.460	0.528	0.416	0.520	0.488	0.448
氨氮	0.423	0.484	0.461	0.372	0.430	0.358	0.239	0.167	0.202	0.170	0.209	0.191	0.303	0.265	0.325
总磷	0.650	0.450	0.550	0.350	0.650	0.400	0.275	0.300	0.350	0.225	0.250	0.300	0.400	0.467	0.300
石油类	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
硫化物	0.550	0.650	0.450	0.400	0.400	0.650	0.160	0.090	0.160	0.100	0.130	0.110	0.280	0.240	0.180
氯化物	0.744	0.944	0.856	0.520	0.740	0.900	0.712	0.576	0.804	0.604	0.808	0.600	0.892	0.712	0.784

注: “/”表示未检出

c、溶解氧（DO）标准指数，用下式计算：

$$S_{DO_j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

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

$$DO_f = 468 / (31.6 + T)$$

式中： S_{DO_j} ——单项水质参数 DO 在第 j 点的标准指数；

DO_j ——水质参数 DO 在第 j 点的浓度 mg/l；

DO_f ——饱和溶解氧浓度 mg/l；

DO_s ——溶解氧地表水水质标准 mg/l。

③现状评价

根据监测结果统计，各断面水质标准指数见表 4.3-4。

从表 4.3-3、表 4.3-4 可知，各监测断面中 W1（项目跨白云河断面）、W2（项目跨联丰河断面）等断面所有监测因子均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准，W3（项目跨青龙河断面）、W4（项目跨南坑河断面）等断面所有监测因子均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 V 类标准，W5（项目跨柏岗河断面）等断面所有监测因子均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准。

4.3.2 海水水质现状调查与评价

本项目收集厦门大学于 2020 年 9 月 30 日~10 月 1 日（秋季）和 2021 年 3 月 14 日~3 月 15 日（春季）在大亚湾海域开展的海洋水质环境质量现状调查资料。

4.3.2.1 站位布设、监测项目

调查站位：秋、春季在大亚湾海域设了 70 个站位，具体位置见图 4.3-2，站位坐标见表 4.3-5。调查项目：透明度、水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、氨氮、亚硝氮、硝氮、活性磷酸盐、石油类、悬浮物、总汞、铜、铅、镉、铬、锌、砷共 19 项。取表层水样进行监测。

表 4.3-5 2020 年秋季~2021 年春季大亚湾海域水质调查站位坐标一览表

站位	北纬	东经	水质	沉积物、海洋生态	鱼卵、仔稚鱼	游泳动物	调查季节
1	22°46'45.58"	114°42'29.18°	√	√			
2	22°46'9.16"	114°41'12.65"	√				

站位	北纬	东经	水质	沉积物、海洋生态	鱼卵、仔稚鱼	游泳动物	调查季节
3	22°45'26.26"	114°39'55.90"	√	√			秋季、春季
4	22°44'41.19"	114°38'55.63"	√				
5	22°43'52.44"	114°37'50.23"	√	√			
6	22°43'5.82"	114°36'49.01"	√				
7	22°42'18.68"	114°36'07.30"	√	√	√		
8	22°41'27.67"	114°35'16.41"	√	√	√		
9	22°40'43.90"	114°34'21.22"	√	√			
10	22°40'8.12"	114°33'13.94"	√				
11	22°46'33.84"	114°46'21.56"	√	√	√		
12	22°46'1.83"	114°45'13.56"	√				
13	22°45'15.75"	114°43'36.91"	√	√	√	√	
14	22°44'26.05"	114°42'10.16"	√				
15	22°43'36.69"	114°40'50.92"	√	√			
16	22°42'47.35"	114°39'42.53"	√				
17	22°42'15.64"	114°38'33.05"	√	√	√	√	
18	22°41'32.61"	114°37'42.96"	√				
19	22°40'40.62"	114°36'33.47"	√	√			
20	22°39'45.42"	114°35'35.13"	√	√	√	√	
21	22°42'58.58"	114°43'49.56"	√				
22	22°42'23.12"	114°42'45.32"	√	√			
23	22°41'54.31"	114°41'33.80"	√				
24	22°41'14.51"	114°40'19.03"	√	√			
25	22°40'42.12"	114°39'27.94"	√	√			
26	22°39'50.00"	114°38'17.48"	√	√			
27	22°39'11.52"	114°37'12.25"	√				
28	22°38'30.20"	114°36'01.52"	√	√			
29	22°40'42.99"	114°43'52.69"	√				
30	22°40'13.13"	114°42'38.74"	√	√	√	√	
31	22°39'41.62"	114°41'18.91"	√				
32	22°39'09.23"	114°40'15.95"	√				
33	22°38'34.72"	114°39'05.94"	√	√	√	√	
34	22°37'53.00"	114°37'56.60"	√	√			
35	22°37'26.71"	114°36'37.99"	√				
36	22°36'50.25"	114°35'13.13"	√	√	√	√	
37	22°38'49.93"	114°43'27.22"	√	√			
38	22°38'15.27"	114°42'18.44"	√				
39	22°37'42.88"	114°40'52.37"	√	√			
40	22°36'57.95"	114°39'50.32"	√	√			
41	22°36'34.56"	114°38'40.93"	√				
42	22°35'51.48"	114°37'23.20"	√	√			
43	22°35'13.67"	114°35'35.67"	√	√			
44	22°34'31.01"	114°34'18.08"	√				
45	22°36'15.05"	114°43'43.92"	√				
46	22°35'54.56"	114°42'48.59"	√	√	√	√	
47	22°35'32.05"	114°41'38.92"	√				
48	22°35'00.68"	114°40'41.23"	√	√	√	√	
49	22°34'40.15"	114°39'38.64"	√	√			
50	22°33'48.90"	114°38'00.82"	√	√	√	√	
51	22°33'17.26"	114°36'28.10"	√				
52	22°35'01.49"	114°47'13.83"	√	√			
53	22°34'13.25"	114°45'17.74"	√				
54	22°33'46.34"	114°44'03.92"	√	√			
55	22°33'20.27"	114°42'54.06"	√	√			

站位	北纬	东经	水质	沉积物、海洋生态	鱼卵、仔稚鱼	游泳动物	调查季节
56	22°32'46.42"	114°41'24.03"	√	√			
57	22°32'10.53"	114°39'49.92"	√				
58	22°31'24.37"	114°37'56.65"	√	√			
59	22°34'04.23"	114°50'44.96"	√				
60	22°32'34.59"	114°47'55.80"	√	√	√	√	
61	22°31'20.76"	114°45'08.48"	√	√	√	√	
62	22°29'54.83"	114°41'34.53"	√	√	√	√	
63	22°28'59.03"	114°38'39.79"	√	√	√	√	
64	22°27'12.53"	114°34'50.37"	√				
65	22°31'17.27"	114°52'53.19"	√	√			
66	22°29'42.11"	114°49'36.74"	√				
67	22°28'19.37"	114°46'24.83"	√	√	√	√	
68	22°26'42.53"	114°42'51.13"	√				
69	22°25'35.57"	114°39'52.56"	√	√	√	√	
70	22°23'49.73"	114°35'06.17"	√				

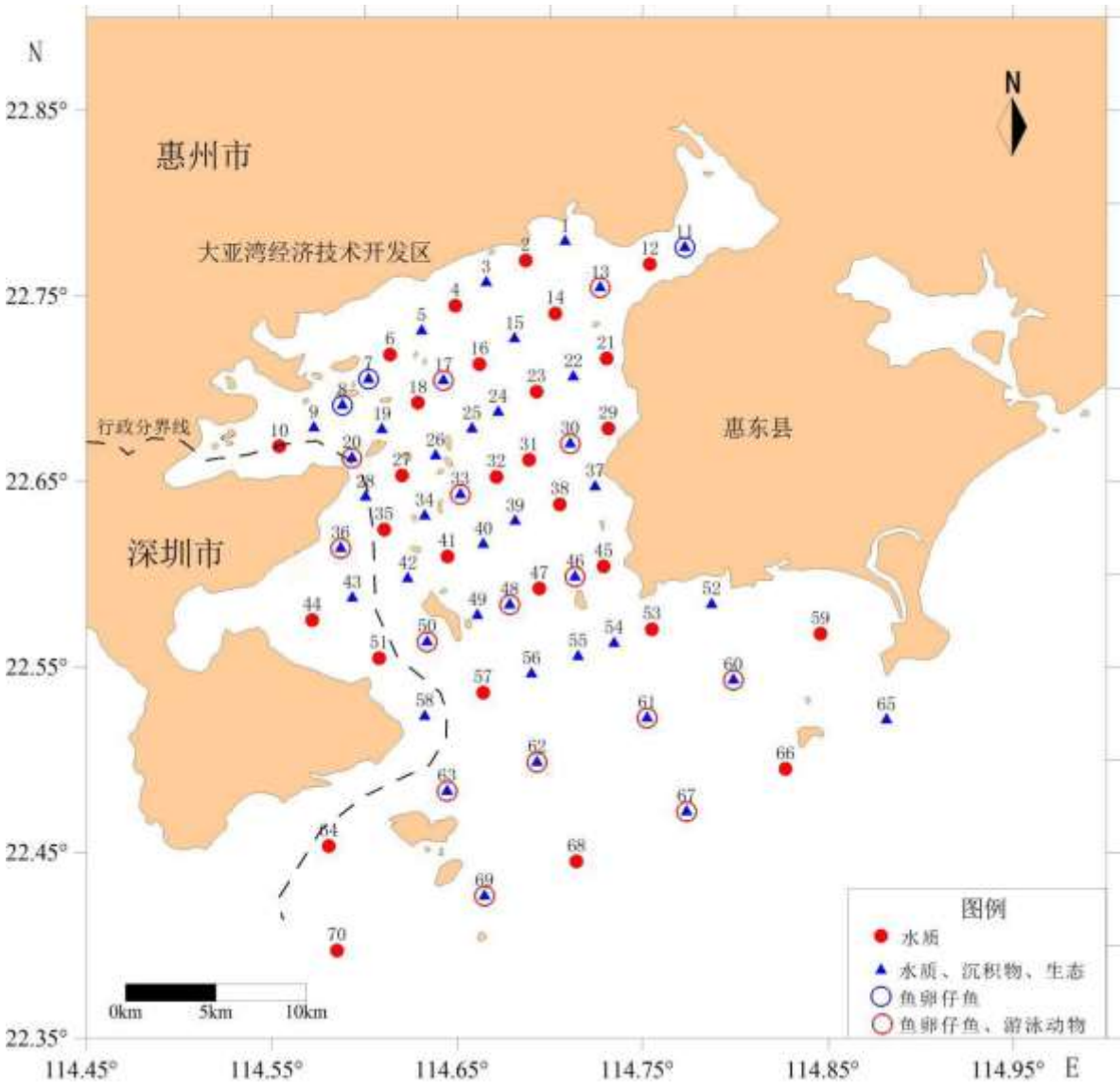


图 4.3-2 海洋环境监测站位图

4.3.2.2 调查方法

样品采集、贮存和运输方法及海水化学要素监测分析方法均严格按照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的有关要求进行。

海水水质的各项分析方法见表 4.3-6。

表 4.3-6 海水水质分析方法一览表

序号	监测项目	分析方法	单位	检出限	方法来源
1	水温	表层水温表法	°C	准确度 0.1	GB17378.4- 2007 海洋监 测规范：海 水分析
2	pH	pH 法	—	0.02pH	
3	DO	碘量法	mg/L	0.042	
4	CODMn	碱性高锰酸钾法	mg/L	0.06	
5	硝酸盐氮	锌镉还原分光光度法	mg/L	1.2×10^{-3}	
6	亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	mg/L	0.6×10^{-3}	
7	氨氮	次溴酸盐氧化法	mg/L	2×10^{-3}	
8	盐度	电导率法	/	—	
9	活性磷酸盐	磷钼兰法	mg/L	0.003	
10	油类	紫外分光光度法	mg/L	3.5×10^{-3}	
11	SS	重量法	mg/L	-	
12	铜	原子吸收分光光度法	μg/L	0.2	
13	铅	原子吸收分光光度法	μg/L	0.03	
14	镉	原子吸收分光光度法	μg/L	0.01	
15	砷	无火焰原子吸收分光光度法	μg/L	0.5	
16	总汞	原子荧光光度法	μg/L	0.007	
17	锌	火焰原子吸收分光光度法	μg/L	3.1	
18	铬	无火焰原子吸收分光光度法	μg/L	0.4	

4.3.2.3 水质现状调查结果

(1) 2020 年秋季

2020 年秋季评价海域水质调查结果见表 4.3-7，由表 4.3-7 可知：

透明度：透明度变化范围为 0.6~3.7m，平均值为 2.2m。最大值出现在 57、58 号站位，而最小值为 12 号站。透明度整体呈现由湾内低，湾中部和湾口高的分布趋势。

温度：温度变化范围为 29.1~33.5°C，平均值为 30.4°C，最大值出现在 51 站，最小值出现在 11 号站，大亚湾湾中部和中西部海域温度较高，湾内和湾口海域温度分布较均匀。

盐度：盐度变化范围为 29.7~32.8，平均值为 31.6，最小值出现在 8 号站，最大值出现在 63 站。盐度呈现湾内向湾口逐渐增大的趋势。

表 4.3-7 2020 年秋季大亚湾海域水质调查结果一览表

站号	透明度	水温 (°C)	pH	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	PO4-P (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	无机氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)
01 表	1.0	30.2	8.14	30.6	6.85	0.70	14.6	0.001	0.006	ND	0.066	0.072	0.017	0.8	0.15	5.8	0.06	ND	1.1	0.041
02 表	1.2	29.7	8.22	30.4	6.71	0.37	9.3	0.004	0.004	0.019	0.055	0.078	0.017	0.8	0.14	8.3	0.09	ND	1.6	0.011
03 表	1.9	29.2	8.08	30.0	6.94	0.42	5.0	0.006	0.007	0.040	0.057	0.104	0.019	0.9	0.14	6.3	0.04	ND	1.3	0.032
04 表	1.1	29.6	8.27	30.6	6.58	0.65	13.3	0.006	0.009	0.025	0.062	0.096	0.022	0.9	0.27	7.4	0.04	ND	1.0	0.028
05 表	1.5	30.1	8.15	30.7	6.20	0.58	7.1	0.004	0.011	0.049	0.068	0.128	0.038	1.0	0.09	9.6	0.05	0.5	1.1	ND
06 表	1.9	30	8.13	30.6	6.60	0.63	6.2	0.005	0.008	0.072	0.065	0.145	0.039	1.0	0.18	8.5	0.05	ND	1.1	0.018
07 表	1.0	30.5	8.28	30.0	8.93	0.95	10.9	0.003	0.012	0.154	0.016	0.182	0.025	1.1	0.17	9.3	0.05	ND	0.7	0.020
08 表	0.9	30	8.42	29.7	9.02	1.02	12.2	0.006	0.010	0.160	0.018	0.188	0.020	1.2	0.27	10.5	0.08	ND	2.0	0.012
09 表	1.2	30.6	8.35	30.0	8.49	1.07	8.4	0.002	0.004	0.049	0.017	0.070	0.022	1.0	0.21	7.6	0.04	ND	0.8	0.051
10 表	1.5	30.2	8.25	29.8	7.44	0.79	6.4	0.002	0.002	0.006	0.046	0.054	0.022	0.9	0.29	6.7	0.02	ND	0.9	0.022
11 表	0.8	29.1	8.09	30.4	6.55	0.55	18.5	0.007	0.010	0.041	0.067	0.118	0.035	0.8	0.17	9.7	0.05	ND	1.2	0.025
12 表	0.6	29.3	8.17	30.8	6.51	0.54	14.9	0.013	0.009	0.038	0.076	0.123	0.026	0.7	0.23	10.9	0.12	ND	1.2	0.016
13 表	1.3	29.7	8.10	31.0	6.94	0.64	10.5	0.011	0.008	0.037	0.073	0.118	0.013	0.7	0.10	7.6	0.05	ND	1.0	0.020
14 表	1.4	30.2	8.15	31.2	6.62	0.66	10.5	0.004	0.008	0.030	0.055	0.093	0.010	1.1	0.22	11.4	0.11	ND	1.1	0.044
15 表	2.0	31	7.97	31.0	7.14	0.54	7.8	0.003	0.007	0.030	0.050	0.087	0.015	0.8	0.19	11.2	0.06	0.5	1.1	0.040
16 表	3.2	30.5	8.21	31.4	6.88	0.43	5.4	0.003	0.003	0.017	0.017	0.037	0.013	0.7	0.23	6.3	0.04	ND	0.9	0.016
17 表	1.5	30.2	8.18	31.1	7.07	0.48	10.9	0.002	0.006	0.034	0.020	0.060	0.014	0.8	0.19	7.0	0.04	0.6	0.7	0.020
18 表	1.4	30.2	8.30	30.9	7.33	0.61	10.4	0.001	0.006	0.029	0.012	0.047	0.017	0.8	0.27	10	0.06	0.6	0.9	0.013
19 表	1.3	30	8.23	31.0	7.26	0.72	8.9	0.001	0.007	0.031	0.029	0.067	0.015	0.9	0.44	12.9	0.04	ND	0.5	0.023
20 表	1.5	31.1	8.13	30.5	6.70	0.09	7.0	0.002	0.006	0.069	0.031	0.106	0.027	3.0	0.18	7.7	0.03	ND	0.9	0.026
21 表	1.6	30.3	8.17	31.2	6.88	0.44	8.6	0.006	0.009	0.036	0.036	0.081	0.030	0.8	0.25	3.5	0.05	ND	0.7	0.048
22 表	2.2	30.9	8.11	31.1	7.23	0.28	8.2	0.002	0.006	0.014	0.020	0.040	0.028	0.8	0.18	5.9	0.04	0.7	0.7	0.028
23 表	2.5	30.7	8.12	31.3	7.68	0.47	5.7	0.002	0.004	0.014	0.014	0.032	0.014	1.7	0.17	5.8	0.06	ND	0.8	0.040
24 表	3.0	30.1	8.21	31.3	7.52	0.49	5.2	0.001	0.005	0.021	0.019	0.045	0.011	0.8	0.36	6.9	0.02	ND	1.0	0.035
25 表	2.0	29.3	8.33	31.7	6.36	0.30	7.5	0.001	0.004	0.054	0.029	0.087	0.012	0.7	0.2	3.4	0.12	ND	0.9	0.034
26 表	2.3	30	8.13	31.7	6.46	0.33	6.2	0.009	0.002	0.008	0.027	0.037	0.018	0.9	0.29	6.0	0.03	ND	0.8	0.015
27 表	2.0	29.8	8.18	31.2	6.27	0.23	3.4	0.002	0.005	0.013	0.038	0.056	0.011	0.7	0.2	4.3	0.03	ND	1.2	0.043
28 表	3.0	30.3	8.01	31.8	6.65	0.28	7.1	0.003	0.004	0.020	0.007	0.031	0.013	0.4	0.12	3.5	0.02	ND	1.3	0.031
29 表	1.8	30	8.23	31.4	5.78	0.42	4.3	0.002	0.007	0.017	0.029	0.053	0.035	1.0	0.26	3.8	0.03	ND	1.2	0.023
30 表	2.5	31.2	8.07	31.4	6.86	0.58	17.2	0.002	0.005	0.014	0.029	0.048	0.038	0.8	0.35	4.2	0.09	ND	0.8	0.066
31 表	2.8	32.7	7.82	31.6	6.95	0.50	4.5	0.004	0.004	0.005	0.025	0.034	0.036	1.8	0.36	8.2	0.04	ND	0.9	0.034
32 表	2.0	31	8.05	31.8	6.72	0.49	8.6	0.002	0.002	0.013	0.007	0.022	0.049	0.6	0.26	5.2	0.06	ND	1.2	0.050
33 表	2.1	32.1	7.90	31.7	6.97	0.05	6.2	0.003	0.002	0.006	0.017	0.025	0.020	0.6	0.2	7.3	0.07	ND	1.1	0.029
34 表	2.4	31.5	7.99	31.4	6.81	0.29	7.7	0.004	0.002	0.009	0.022	0.033	0.014	0.9	0.21	15.6	0.03	ND	0.6	0.040
35 表	3.3	31.2	8.00	32.0	6.92	0.24	6.3	0.001	0.001	ND	0.015	0.016	0.046	0.6	0.15	12.0	0.07	0.5	1.1	0.035
36 表	2.3	32.1	7.92	31.5	6.43	0.17	13.3	0.006	0.002	0.021	0.027	0.050	0.059	0.6	0.29	4.8	0.04	ND	0.8	0.044
37 表	2.8	30.8	8.07	31.4	6.35	0.15	4.9	0.002	0.004	0.022	0.028	0.054	0.013	0.7	0.87	6.4	0.03	ND	1.0	0.047
38 表	2.8	30.3	8.09	31.5	6.38	0.37	2.5	0.002	0.003	0.007	0.016	0.026	0.036	0.8	0.87	12.3	0.07	ND	1.2	0.048
39 表	2.6	30.3	8.28	31.7	6.53	0.09	5.0	0.002	0.002	0.003	0.019	0.024	0.038	0.5	1.6	4.2	0.02	ND	0.8	0.027
40 表	2.2	30.4	8.19	31.8	6.60	0.37	5.2	0.002	0.003	0.001	0.016	0.020	0.019	0.7	0.35	5.4	0.03	ND	0.8	0.027

站号	透明度	水温(°C)	pH	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	PO4-P (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	无机氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)
41 表	1.5	30.1	8.11	32.0	6.88	0.79	8.7	0.002	0.003	0.004	ND	0.007	0.022	0.6	0.11	4.8	0.09	ND	0.8	0.031
42 表	3.5	29.8	8.21	32.0	7.35	0.93	4.6	0.001	0.002	0.005	ND	0.007	0.027	0.6	0.1	4	0.07	ND	1.0	0.063
43 表	2.7	29.9	8.16	32.1	6.29	0.37	4.4	0.003	0.002	0.009	0.023	0.034	0.012	0.7	1.26	4.4	0.03	ND	1.2	0.027
44 表	3.0	30.8	8.14	31.7	6.77	0.27	4.2	0.004	0.001	0.009	0.019	0.029	0.006	0.7	0.37	6.2	0.06	ND	1.3	0.008
45 表	1.5	30.3	8.14	31.7	6.16	1.16	11.3	0.004	0.001	0.019	0.032	0.052	0.030	0.8	0.15	7.5	0.07	ND	1.2	0.027
46 表	1.7	30.6	8.07	31.6	6.79	0.95	4.5	0.001	0.002	0.012	0.008	0.022	0.031	0.9	0.35	3.2	1.38	ND	0.9	0.012
47 表	3.5	30.3	8.12	31.7	6.81	0.83	8.2	0.005	0.001	0.014	0.007	0.022	0.030	0.7	0.22	5.5	0.07	0.5	1.1	0.029
48 表	3.1	30.4	8.15	31.7	7.21	1.04	6.5	0.005	0.001	0.003	0.001	0.005	0.034	0.6	0.1	6.3	0.05	ND	1.2	0.048
49 表	2.8	30.3	8.11	32.0	7.27	0.86	3.3	0.001	0.001	0.010	0.003	0.014	0.031	1.2	0.71	10.6	0.93	0.5	1.4	0.028
50 表	2.7	29.9	8.05	32.1	7.15	0.97	3.9	0.002	0.001	0.010	0.003	0.014	0.028	0.7	0.19	5.0	0.12	1.5	0.6	0.041
51 表	3.3	33.5	7.66	32.1	6.54	0.86	4.5	0.002	0.001	0.007	0.012	0.020	0.028	0.8	0.61	5.1	0.13	0.6	1.0	0.024
52 表	2.2	30	8.12	32.6	6.77	0.90	5.5	0.002	0.001	0.003	0.006	0.010	0.024	0.6	0.33	5.2	0.16	1.8	1.3	0.058
53 表	1.8	30.2	8.13	32.4	6.30	0.97	7.7	ND	0.003	0.007	0.015	0.025	0.028	0.7	0.28	5.5	0.13	0.9	1.0	0.077
54 表	2.8	30.2	8.13	32.2	6.13	0.90	6.3	0.003	0.004	0.010	0.031	0.045	0.031	0.7	0.23	17.8	0.04	0.8	1.3	0.049
55 表	3.0	30.3	8.16	32.0	6.62	0.93	7.9	ND	0.003	0.006	0.008	0.017	0.036	1.2	0.35	6.3	0.23	ND	1.0	0.044
56 表	3.1	29.8	8.15	32.0	6.65	0.97	2.6	ND	0.002	0.017	0.010	0.029	0.030	1.0	0.24	7.6	0.04	0.8	1.1	0.017
57 表	3.7	30.0	8.16	32.1	6.77	0.75	4.3	0.001	0.003	0.012	0.014	0.029	0.038	0.7	0.16	7.1	0.07	ND	0.9	0.028
58 表	3.7	31.3	7.99	32.2	6.76	0.62	7.1	0.006	0.002	0.026	0.013	0.041	0.030	0.7	0.63	5.8	0.03	ND	0.8	0.040
59 表	2.5	30.1	8.21	32.4	6.93	0.37	13.7	0.001	0.003	ND	0.001	0.004	0.011	0.5	0.07	7.4	0.12	ND	0.9	0.061
60 表	2.5	29.2	8.19	32.5	6.92	0.93	6.2	0.004	0.002	0.007	0.007	0.016	0.028	0.8	0.16	5.4	0.07	ND	1.1	0.068
61 表	3.0	29.8	8.23	32.6	6.54	0.28	12.2	0.001	0.002	0.006	0.010	0.018	0.028	0.7	0.12	6.0	0.23	0.5	1.3	0.033
62 表	2.0	30.1	8.09	32.6	7.04	0.65	8.0	0.001	0.002	0.010	0.002	0.014	0.034	0.4	0.07	9.6	0.02	0.5	1.1	0.024
63 表	2.2	29.9	8.14	32.8	7.21	0.50	7.5	0.002	0.002	0.001	0.001	0.004	0.025	0.5	0.09	5.9	ND	0.9	1.2	0.019
64 表	2.6	31.1	8.14	32.7	6.63	0.35	30.3	0.003	0.003	0.001	0.016	0.020	0.029	0.5	0.09	9.2	0.04	ND	1.2	0.024
65 表	2.2	29.5	8.32	32.6	6.52	0.53	9.2	0.004	0.001	0.006	0.009	0.016	0.012	0.4	0.07	10.6	ND	ND	0.9	0.025
66 表	2.0	30	8.14	32.5	6.92	0.46	6.8	0.004	0.002	ND	0.006	0.008	0.009	0.9	0.09	5.4	ND	ND	1.1	0.047
67 表	3.0	29.8	8.23	32.5	6.78	0.54	10.6	ND	ND 3	0.002	0.002	0.004	0.008	0.6	0.10	8.6	0.03	0.6	1.3	0.013
68 表	2.7	31.0	8.00	32.6	6.91	0.85	5.6	0.002	0.001	0.004	0.003	0.008	0.019	0.5	0.12	30.5	0.03	0.6	1.2	0.016
69 表	3.0	30.8	8.00	32.6	7.07	0.30	5.0	ND	0.002	ND	0.002	0.004	0.015	0.5	0.13	6.4	0.05	ND	1.2	0.020
70 表	3.0	30.8	8.10	32.6	7.18	0.78	6.8	0.001	0.002	0.002	0.008	0.012	0.009	0.6	0.14	15.3	0.05	0.6	1.2	0.021
最小值	0.6	29.1	7.66	29.7	5.78	0.05	2.5	ND	ND	ND	ND	0.004	0.006	0.4	0.07	3.2	ND	ND	0.5	ND
最大值	3.7	33.5	8.42	32.8	9.02	1.16	30.3	0.013	0.012	0.160	0.076	0.188	0.059	3.0	1.60	30.5	1.38	1.8	2.0	0.077
平均值	2.2	30.4	8.13	31.6	6.87	0.58	8.0	0.003	0.004	0.021	0.023	0.048	0.024	0.8	0.28	7.7	0.09	0.3	1.0	0.032

表 4.3-8 2021 年春季大亚湾海域水质调查结果一览表

站号	透明度	水温(°C)	pH	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	PO4-P (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	无机氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)
01 表	2.3	24.0	8.31	31.8	7.96	0.44	12.7	0.002	0.001	0.036	0.042	0.079	0.008	0.7	0.18	3.9	0.02	ND	1.0	0.074
02 表	2.6	24.5	8.35	31.9	7.67	0.37	7.2	ND	0.001	0.030	0.035	0.066	0.009	0.7	0.19	8.0	0.02	ND	0.7	0.013
03 表	3.2	23.8	8.47	31.6	8.20	0.65	11.3	ND	0.004	0.036	0.047	0.087	0.013	1.1	0.15	5.2	0.03	0.5	0.9	0.050
04 表	1.8	23.2	8.37	31.7	8.07	0.53	10.7	0.001	0.004	0.041	0.038	0.083	0.013	1.1	0.17	5.0	0.03	ND	0.8	0.035
05 表	2.3	23.0	8.40	31.9	8.30	0.41	9.8	0.001	0.002	0.035	0.038	0.075	0.012	1.0	0.35	6.9	0.03	ND	1.0	0.031

站号	透明度	水温 (°C)	pH	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	PO4-P (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	无机氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)
06表	1.9	22.8	8.33	32.2	7.46	0.45	4.2	0.001	0.001	0.056	0.032	0.089	0.011	0.8	0.22	3.7	0.02	ND	0.9	0.033
07表	1.9	22.5	8.42	32.4	7.37	0.64	4.1	0.001	ND	0.037	0.036	0.073	0.010	0.5	0.11	10.2	0.02	ND	1.0	0.028
08表	1.7	21.5	8.42	32.2	7.47	0.58	5.0	ND	0.001	0.039	0.037	0.077	0.014	0.5	0.13	4.3	0.02	ND	1.1	0.031
09表	0.8	21.8	8.34	32.1	7.61	2.38	8.2	0.001	0.001	0.040	0.046	0.087	0.032	0.6	0.14	4.8	0.02	ND	1.1	0.031
10表	2.3	21.5	8.35	32.1	7.33	0.77	5.1	ND	0.001	0.045	0.043	0.089	0.033	1.0	0.21	4.9	0.02	ND	1.0	0.032
11表	1.8	23.9	8.36	31.8	7.78	0.61	11.6	0.009	0.002	0.033	0.036	0.071	0.006	1.8	0.17	5.2	0.03	ND	1.0	0.024
12表	1.4	23.0	8.37	31.9	8.18	0.67	7.9	0.004	ND	0.043	0.034	0.077	0.007	0.7	0.29	6.9	0.04	ND	1.1	0.026
13表	1.5	23.7	8.32	31.9	8.19	0.77	7.9	ND	ND	0.021	0.032	0.053	0.007	0.7	0.37	8.9	0.03	ND	1.0	0.025
14表	1.7	23.1	8.38	31.9	8.39	0.79	5.7	ND	0.001	0.021	0.034	0.056	0.008	0.7	0.49	5.5	0.02	ND	0.7	0.025
15表	1.8	23.5	8.41	32.0	8.60	0.89	6.1	ND	0.002	0.022	0.031	0.055	0.007	0.8	0.24	7.7	0.03	ND	0.9	0.034
16表	1.8	23.9	8.37	32.1	8.02	0.56	6.9	ND	0.001	0.021	0.033	0.055	0.006	0.6	0.52	7.7	0.02	ND	1.0	0.036
17表	1.5	23.0	8.33	32.5	7.93	0.34	6.2	ND	ND	0.026	0.029	0.055	0.007	0.6	0.53	8.1	0.02	ND	0.8	0.035
18表	1.7	22.5	8.37	32.5	7.81	0.58	7.4	ND	0.001	0.028	0.027	0.056	0.008	0.7	0.26	7.1	0.04	ND	1.0	0.034
19表	1.0	22.9	8.37	32.5	7.66	0.63	10.3	ND	0.002	0.020	0.029	0.051	0.007	0.4	0.92	7.1	0.10	ND	1.0	0.032
20表	1.2	22.0	8.31	32.6	7.57	0.43	16.4	ND	0.001	0.024	0.031	0.056	0.007	0.5	0.31	4.3	0.02	ND	1.0	0.068
21表	3.0	22.0	8.39	31.9	7.33	0.46	3.3	ND	0.001	0.021	0.032	0.054	0.006	0.8	0.35	6.5	0.05	ND	0.8	0.029
22表	3.5	21.8	8.45	32.0	7.68	0.67	3.6	ND	0.001	0.028	0.038	0.067	0.009	1.2	0.34	5.3	0.06	ND	0.8	0.031
23表	3.0	21.8	8.40	32.1	7.50	0.71	12.4	ND	ND	0.047	0.055	0.102	0.006	1.5	0.37	3.6	0.03	0.5	0.8	0.029
24表	3.0	22.5	8.35	32.4	7.10	0.72	10.3	0.001	0.002	0.026	0.036	0.064	0.006	0.7	0.90	11.0	0.02	ND	1.0	0.024
25表	1.7	23.0	8.37	32.6	7.68	0.24	12.1	ND	0.002	0.026	0.028	0.056	0.007	0.7	0.68	7.3	0.03	ND	1.0	0.029
26表	1.6	23.0	8.40	32.6	7.37	0.75	9.1	ND	0.001	0.029	0.030	0.060	0.006	0.8	0.24	6.6	0.02	ND	0.8	0.032
27表	1.8	23.0	8.39	32.6	7.52	0.32	9.0	0.001	0.001	0.028	0.028	0.057	0.007	0.7	0.23	6.1	0.02	ND	1.0	0.032
28表	2.0	23.2	8.34	32.6	7.30	0.18	7.8	0.002	0.001	0.025	0.032	0.058	0.009	0.6	0.28	8.6	0.02	ND	0.6	0.032
29表	3.0	22.2	8.38	32.1	7.28	0.70	3.6	0.002	0.002	0.022	0.044	0.068	0.006	0.8	0.23	3.7	0.04	ND	0.8	0.036
30表	3.0	23.5	8.39	32.2	8.79	0.70	9.1	0.002	0.001	0.033	0.033	0.067	0.007	1.2	0.77	7.4	0.02	ND	0.9	0.032
31表	3.5	24.5	8.39	32.2	7.34	0.32	12.1	ND	0.001	0.060	0.033	0.094	0.009	1.1	0.43	7.0	0.02	ND	1.0	0.024
32表	3.5	24.5	8.41	32.4	7.64	0.51	11.4	0.002	0.001	0.019	0.022	0.042	0.007	0.9	0.51	5.0	0.03	ND	1.0	0.024
33表	3.5	24.5	8.39	32.6	7.35	0.59	10.9	0.002	0.001	0.048	0.016	0.065	0.010	0.9	0.48	6.4	0.04	ND	0.9	0.034
34表	3.5	24.9	8.38	32.7	7.93	0.23	8.4	0.004	0.002	0.032	0.015	0.049	0.008	0.9	0.33	7.1	0.02	ND	1.0	0.039
35表	3.5	24.5	8.41	32.6	7.55	0.44	7.5	0.002	0.002	0.021	0.018	0.041	0.020	0.9	0.25	5.4	0.03	ND	1.1	0.043
36表	3.5	21.8	8.36	32.6	7.86	0.25	11.8	ND	ND	0.067	0.020	0.087	0.011	1.5	0.37	3.6	0.02	ND	1.1	0.040
37表	3.5	23.5	8.33	32.2	7.32	0.70	13.5	0.003	0.002	0.036	0.026	0.064	0.006	0.8	0.36	5.3	0.02	0.5	1.0	0.046
38表	3.5	23.5	8.33	32.3	7.48	0.50	10.4	0.002	0.002	0.032	0.023	0.057	0.007	0.8	0.54	6.2	0.04	0.7	1.0	0.035
39表	3.5	23.0	8.38	32.4	7.56	0.84	9.0	0.002	0.001	0.035	0.024	0.060	0.008	0.8	0.30	6.7	0.04	1.3	1.1	0.024
40表	3.5	23.0	8.40	32.4	7.59	0.61	3.3	0.001	0.001	0.061	0.027	0.089	0.007	0.8	0.21	4.5	0.04	ND	1.0	0.023
41表	3.5	23.0	8.37	32.7	7.51	1.00	6.2	0.005	0.001	0.023	0.021	0.045	0.009	0.9	0.19	5.8	0.06	ND	1.0	0.019
42表	3.5	23.5	8.43	32.6	7.52	0.32	6.7	0.002	0.001	0.021	0.018	0.040	0.006	0.9	0.23	5.8	0.03	0.6	1.1	0.025
43表	3.5	23.8	8.35	32.7	7.57	0.21	11.2	ND	0.001	0.024	0.015	0.040	0.009	0.8	0.22	6.8	0.02	ND	1.1	0.024
44表	3.5	24.0	8.44	32.6	7.60	0.73	6.8	0.003	0.002	0.021	0.024	0.047	0.007	0.7	0.32	8.9	0.02	ND	1.0	0.023
45表	2.1	23.5	8.36	32.4	7.43	0.32	9.4	0.001	0.001	0.034	0.019	0.054	0.006	1.0	0.18	10.7	ND	ND	0.9	0.031
46表	3.1	25.6	8.29	32.3	7.30	0.30	11.6	ND	0.001	0.029	0.024	0.054	ND	0.7	0.10	4.6	0.04	ND	1.2	0.028

站号	透明度	水温 (°C)	pH	盐度	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	PO4-P (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	无机氮 (mg/L)	石油类 (mg/L)	Cu (µg/L)	Pb (µg /L)	Zn (µg /L)	Cd (µg /L)	Cr (µg /L)	As (µg /L)	Hg (µg /L)
47 表	2.0	23.6	8.33	32.3	7.43	0.21	11.2	0.002	0.001	0.041	0.024	0.066	0.007	0.7	0.15	4.0	0.02	ND	1.6	0.039
48 表	3.0	21.9	8.41	32.4	7.06	0.33	9.8	ND	ND	0.024	0.018	0.042	0.005	1.4	0.15	6.2	0.02	ND	1.8	0.025
49 表	2.3	23.9	8.35	32.4	7.91	0.81	8.9	ND	ND	0.032	0.016	0.048	0.008	1.4	0.91	7.1	0.06	ND	1.0	0.025
50 表	2.1	23.0	8.39	32.8	7.43	0.68	10.0	ND	ND	0.038	0.014	0.052	ND	1.0	0.15	6.9	0.05	ND	1.3	0.039
51 表	2.6	22.0	8.44	32.8	7.48	0.44	9.8	ND	ND	0.026	0.029	0.055	0.006	1.2	0.19	14.0	0.06	ND	1.8	0.026
52 表	1.9	22.5	8.45	33.5	7.61	0.26	10.2	0.001	0.001	0.037	0.015	0.053	0.007	0.5	0.06	9.0	0.04	0.6	2.4	0.026
53 表	1.8	21.9	8.43	33.3	7.43	0.27	11.6	0.001	0.001	0.044	0.018	0.063	0.008	0.9	0.13	5.4	0.05	ND	1.5	0.028
54 表	1.8	22.5	8.34	33.3	8.35	0.78	8.5	0.001	0.005	0.061	0.016	0.082	0.008	0.6	0.12	5.7	0.03	ND	1.8	0.033
55 表	1.8	22.3	8.38	33.1	7.51	0.42	10.4	ND	0.002	0.049	0.019	0.070	0.006	1.1	0.22	15.5	0.04	ND	1.7	0.040
56 表	3.1	23.5	8.38	32.8	7.07	1.03	7.1	0.001	0.002	0.049	0.019	0.070	0.007	1.1	0.15	4.8	0.06	ND	1.8	0.035
57 表	2.8	21.5	8.41	32.8	7.62	1.75	9.7	ND	0.003	0.016	0.032	0.051	0.008	1.5	0.13	8.9	0.04	ND	1.6	0.025
58 表	3.2	22.5	8.39	32.9	7.82	0.48	9.8	ND	0.003	0.027	0.029	0.059	0.005	3.3	0.14	8.1	0.05	ND	1.7	0.014
59 表	2.5	23.2	8.34	33.5	7.41	0.31	10.6	ND	0.003	0.033	0.029	0.065	0.034	0.8	0.17	6.0	0.04	ND	1.7	0.055
60 表	2.5	23.0	8.32	33.6	7.33	2.16	12.9	0.001	0.002	0.033	0.023	0.058	0.006	0.7	0.11	7.3	0.03	ND	2.3	0.028
61 表	2.0	22.3	8.36	33.9	7.04	0.26	12.4	0.001	0.002	0.068	0.017	0.087	0.031	1.1	0.10	4.0	0.02	ND	1.6	0.012
62 表	2.5	23.0	8.37	33.9	7.00	0.32	9.0	0.002	0.002	0.026	0.023	0.051	0.033	0.8	0.50	8.4	0.04	ND	1.4	0.025
63 表	2.0	22.0	8.42	34.0	7.05	0.82	8.6	0.002	0.001	0.034	0.013	0.048	0.007	0.4	0.25	4.5	0.03	ND	1.7	0.023
64 表	2.0	22.0	8.37	33.5	7.36	0.40	8.6	0.001	0.002	0.019	0.017	0.038	0.008	0.9	0.30	7.4	0.05	ND	1.6	0.035
65 表	2.5	22.0	8.36	33.6	7.20	0.25	11.3	0.003	0.002	0.017	0.017	0.036	0.030	0.7	0.11	6.5	0.03	0.5	2.3	0.051
66 表	2.5	23.2	8.36	33.9	7.36	0.21	10.5	0.001	0.002	0.031	0.023	0.056	0.027	0.9	0.24	8.1	0.03	ND	1.9	0.025
67 表	2.0	23.0	8.36	33.9	7.39	0.20	9.3	0.004	0.002	0.024	0.024	0.050	0.007	0.9	0.14	3.8	0.03	ND	0.6	0.026
68 表	2.0	23.5	8.38	34.0	7.16	1.51	10.3	0.001	0.002	0.023	0.023	0.048	0.006	1.5	0.19	10.6	0.03	ND	0.5	0.041
69 表	2.0	23.8	8.38	34.0	6.98	0.30	7.5	ND	0.002	0.029	0.023	0.054	0.006	1.2	0.49	6.4	0.02	ND	1.1	0.036
70 表	2.5	22.5	8.37	34.0	7.02	0.26	9.6	ND	0.002	0.025	0.010	0.037	ND	0.7	0.27	9.3	0.04	ND	1.0	0.038
最小值	0.8	21.5	8.29	31.6	6.98	0.18	3.3	ND	ND	0.016	0.010	0.036	0.002	0.4	0.06	3.6	ND	ND	0.5	0.012
最大值	3.5	25.6	8.47	34.0	8.79	2.38	16.4	0.009	0.005	0.068	0.055	0.102	0.037	3.3	0.92	15.5	0.10	1.3	2.4	0.074
平均值	2.5	23.0	8.38	32.6	7.59	0.59	9.1	0.001	0.001	0.033	0.027	0.062	0.010	0.9	0.30	6.7	0.03	0.2	1.2	0.032

pH: pH 值变化范围为 7.66~8.42, 平均值为 8.13。最小值出现在 51 号站, 最大值出现在 8 号站。pH 值在湾中部和中西部较低, 湾内和湾口较高的分布态势, 高值区主要在淡澳河口和湾口东侧海域。

溶解氧 (DO): 溶解氧变化范围为 5.78~9.02mg/L, 平均值为 6.87mg/L, 最小值出现在 29 号站, 最大值出现在 8 号站。溶解氧在淡澳河口出现高值区, 其余海域分布较均匀。

化学需氧量(CODMn): 化学需氧量变化范围为 0.05~1.16mg/L, 平均值为 0.58mg/L, 最小值出现在 33 号站, 最大值出现在 45 号站。

悬浮颗粒物(SS): 悬浮颗粒物含量变化范围为 2.5~30.3mg/L, 平均值为 8.0mg/L, 最小值出现在 38 号站, 最大值出现在 64 号站。悬浮颗粒物含量在范和港和三门岛西侧海域出现高值区。

活性磷酸盐 (PO₄-P): 活性磷酸盐含量变化范围为 ND~0.013mg/L, 平均值为 0.003mg/L, 最大值出现在 12 号站。活性磷酸盐含量分布呈现沿岸高, 离岸低, 湾内高于湾口的趋势, 活性磷酸盐含量在范和港出现高值区。

无机氮: 无机氮含量变化范围为 0.004~0.188mg/L, 平均值为 0.048mg/L, 最大值出现在 8 号站。无机氮含量分布呈现沿岸高, 离岸低, 湾内高于湾口的趋势, 无机氮含量在淡澳河口、范和港海域出现高值区。

石油类: 石油类含量变化范围为 0.006~0.059mg/L, 平均值为 0.024mg/L, 最大值出现在 36 号站。高值区主要为大亚湾核电-巽寮、三门岛东北海域、大亚湾石化园区周边海域。

铜 (Cu): 铜含量变化范围为 0.4~3.0 μg/L, 平均值为 0.8 μg/L, 最大值出现在 20 号站。高值区主要为廖哥角、巽寮湾西侧、大辣甲、海龟湾等海域。

铅 (Pb): 铅含量变化范围为 0.07~1.60 μg/L, 平均值为 0.28 μg/L, 最大值出现在 39 号站。高值区主要为大辣甲西北海域至惠东三角洲海域。

锌 (Zn): 锌含量变化范围为 3.2~30.5 μg/L, 平均值为 7.7 μg/L, 最大值出现在 39 号站。除 68 站出现异常高值外, 锌含量分布较为均匀。

镉 (Cd): 镉含量变化范围为 ND~1.38 μg/L, 平均值为 0.09 μg/L, 最大值出现在 46 号站。大亚湾大部分海域水体中镉含量较低, 高值区分布在深圳高崖角-大辣甲-碧甲一带海域。

总铬 (Cr): 总铬含量变化范围为 ND~1.8 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 0.3 $\mu\text{g/L}$, 最大值出现在 52 号站。大亚湾大部分海域水体中总铬含量高值区分布在三门岛-碧甲之间海域。砷(As): 砷含量变化范围为 0.5~2.0 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 1.0 $\mu\text{g/L}$, 最大值出现在 8 号站。大亚湾大部分海域水体中砷含量高值区分布在三门岛-碧甲之间海域。

汞 (Hg): 汞含量变化范围为 ND~0.077 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 0.032 $\mu\text{g/L}$, 最大值出现在 53 号站。大亚湾东岸海域水体中汞含量高于西岸海域, 高值区主要分布在碧甲西南海域。

(2) 2021 年春季

2021 年春季评价海域水质调查结果见表 4.3-8, 根据表 4.3-8 可知:

透明度: 透明度变化范围为 0.8~3.5m, 平均值为 2.5m, 最小值出现在 9 号站, 最大值出现在巽寮湾-核电站一带海域。透明度整体呈湾中部最高, 向湾内和湾口降低, 湾内透明度最低的分布趋势。

温度: 温度变化范围为 21.5~25.6 $^{\circ}\text{C}$, 平均值为 23.0 $^{\circ}\text{C}$, 最大值出现在 46 号站, 最小值出现在 8、10、57 号站。大亚湾在核电站周边和中东部海域温度较高, 湾口海域温度分布较均匀。

盐度: 盐度变化范围为 31.6~34.0, 平均值为 32.6, 最小值出现在 3 号站, 最大值出现在 63、68、69、70 号站。

pH: pH 变化范围为 8.29~8.47, 平均值为 8.38, 最小值出现在 46 号站, 最大值出现在 3 号站。大亚湾海域 pH 整体上分布较均匀, 高值区呈斑块状分布。

溶解氧 (DO): 溶解氧变化范围为 6.98~8.79mg/L, 平均值为 7.59mg/L, 最小值出现在 69 号站, 最大值出现在 30 号站。溶解氧含量在范和港-石化区东南海域、澳头湾海域是高值区, 其余海域分布较均匀。

化学需氧量(CODMn): 化学需氧量变化范围为 0.18~2.38mg/L, 平均值为 0.59mg/L, 最小值出现在 28 号站, 最大值出现在 9 号站。化学需氧量在淡澳河口和大辣甲-桑洲海域出现高值区, 大亚湾核电-中央列岛周边海域为低值区。

悬浮颗粒物(SS): 悬浮颗粒物含量变化范围为 3.3~16.4mg/L, 平均值为 9.1mg/L, 最小值出现在 21、40 号站, 最大值出现在 20 号站。春季在碧甲南侧、许洲-马鞭洲-长咀角海域为高值区, 淡澳河口、巽寮湾海域是低值区。

活性磷酸盐 (PO₄-P): 活性磷酸盐含量变化范围为 ND~0.009mg/L, 平均值为

0.001mg/L，最大值出现在 11 号站。活性磷酸盐含量最高值也出现在范和港区域，大亚湾其余区域活性磷酸盐含量分布较均匀。

无机氮：无机氮含量变化范围为 0.036~0.102mg/L，平均值为 0.062mg/L，最小值出现在 65 号站，最大值出现在 23 号站。无机氮含量分布呈现沿岸高，离岸低，湾内高于湾口的趋势，在湾顶、巽寮湾西侧和碧甲南侧海域出现高值区。

石油类：石油类含量变化范围为 ND~0.037mg/L，平均值为 0.010mg/L，最大值出现在 S2 号站，高值区分布在澳头湾、三门岛东北侧、小星山-海龟湾等区域。

铜（Cu）：铜含量变化范围为 0.4~3.3 μg/L，平均值为 0.9 μg/L，最大值出现在 58 号站，高值区出现在海柴角附近海域。

铅（Pb）：铅含量变化范围为 0.06~0.92 μg/L，平均值为 0.30 μg/L，最大值出现在 19 号站，在许洲-马鞭洲-巽寮长咀角一带海域、大辣甲东侧海域为高值区。

锌（Zn）：锌含量变化范围为 3.6~15.5 μg/L，平均值为 6.7 μg/L，最大值出现在 55 号站，高值区位于大鹏澳、桑洲南侧海域，其他海域锌含量分布较为均匀。

镉（Cd）：镉含量变化范围为 ND~0.10 μg/L，平均值为 0.03 μg/L，最大值出现在 19 号站。大部分调查海域水体中镉含量较低，高值区主要分布在大亚湾西部海域。

总铬（Cr）：总铬含量变化范围为 ND~1.3 μg/L，平均值为 0.2 μg/L，最大值出现在 39 号站，高值区分布在大辣甲东北侧海域。

砷（As）：砷含量变化范围为 0.5~2.4 μg/L，平均值为 1.2 μg/L，最大值出现在 52 号站，高值区分布在三门岛-碧甲之间-海龟湾一带海域。

汞（Hg）：汞含量变化范围为 0.012~0.074 μg/L，平均值为 0.032 μg/L，最大值出现在 1 号站，高值区在湾口海柴角-桑洲-海龟湾一带海域。

4.3.2.4 海域水质评价标准及评价方法

（1）评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》中各个功能区划对环境保护的要求，调查站位及其对应的功能区的环境保护区要求对照表见表 4.3-9，调查站位与近岸海域环境功能区划的叠加见图 4.3-3。

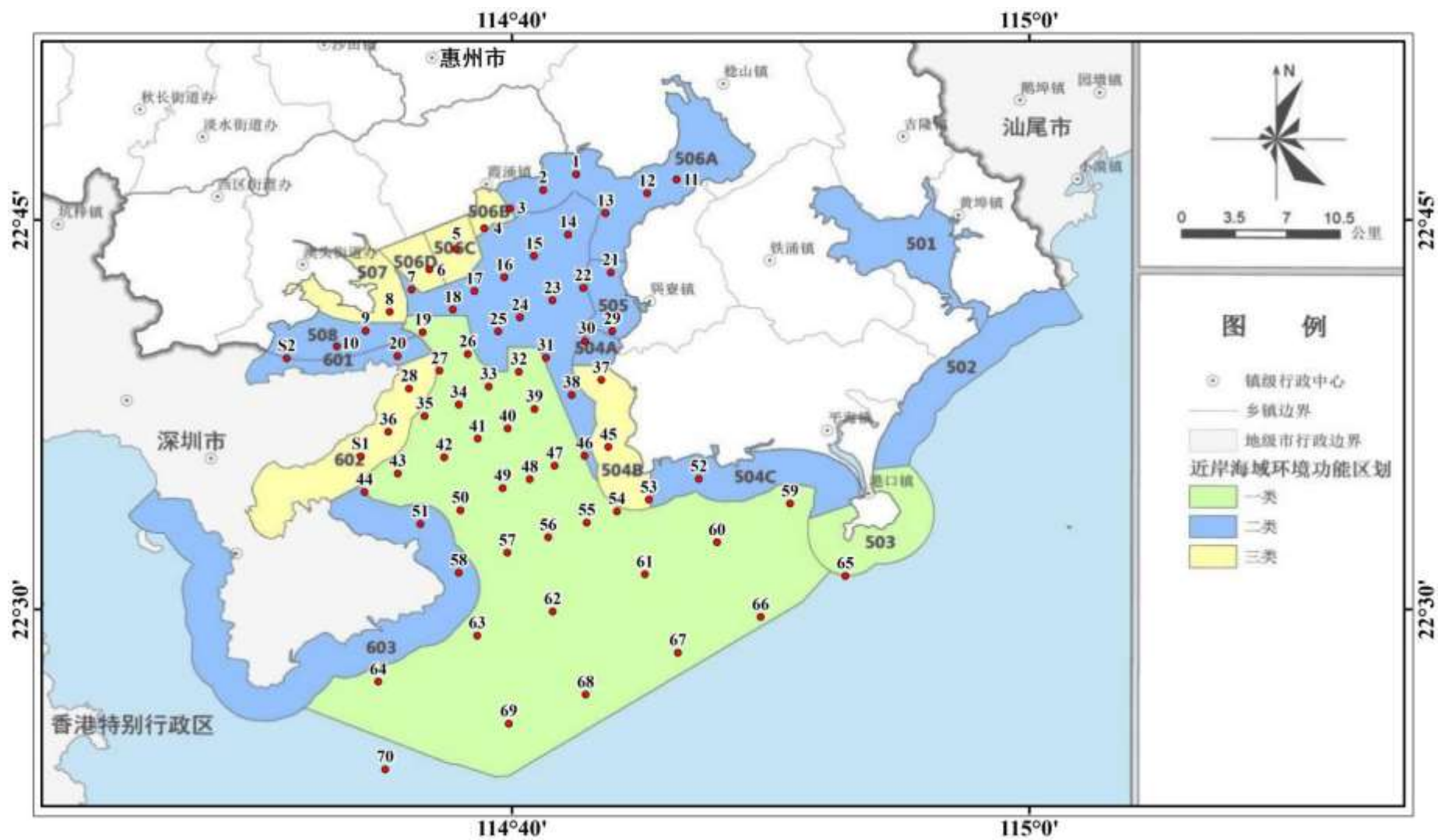


图 4.3-3 调查站位与广东省近岸海域环境功能区划的叠加图

表 4.3-9 《广东省近岸海域环境功能区划》管理要求

调查站位	编号	站位所在功能区名称	海洋环境保护要求
65	503	海龟自然保护区	执行海水水质一类标准
19、26、27、32~35、39~43、47~50、54~57、59~64、66~70	/	/	
30	504A	云头角—长咀角二类功能区	执行海水水质二类标准
52	504C	大亚湾南部二类功能区	
21、29	505	大亚湾东部二类功能区	
1~3、11~13	506A	大亚湾北部二类功能区	
9、10	508	养殖区功能区	
20、S2	601	白沙湾-长湾二类功能区	
44、51、58	603	东村-望鱼角二类功能区	
7、14~18、22~25、31、38、46	/	/	执行海水水质三类标准
37、45、53	504B	大亚湾南部工业排水功能区	
4	506B	大亚湾石化区东三类功能区	
5	506C	大亚湾东联码头三类功能区	
6	506D	白寿湾东三类功能区	
8	507	大亚湾三类功能区	
28、36、S1	602	长湾—东村三类功能区	

(2) 评价方法

评价方法采用单因子指数评价法，分项进行评价：

第 i 项评价指数

$$S_i = C_i / C_s$$

式中：C_i—第 i 项监测值；C_s—海水水质标准。

DO 的标准指数为

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

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

式中：S_{DO,j}，—溶解氧的标准指数；

DO_j—溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s—溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f—饱和溶解氧浓度，mg/L，DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)，S 为盐度，量纲为 1，T 为水温，单位为℃。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0 \text{ 时}$$

$$S_{pH} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0 \text{ 时}$$

式中： $S_{pH, j}$ —pH 值的指数；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} —评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} —评价标准中 pH 值的上限值。

水质参数的污染指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

4.3.2.5 评价结果

(1) 2020 年秋季

2020 年秋季大亚湾海域水环境质量现状评价结果统计见表 4.3-10，与近岸海域环境功能区划的符合性情况见表 4.3-12。

pH：所有海水样品的 pH 值均符合第一类海水水质标准。

溶解氧 (DO)：41.4%的站位溶解氧含量符合第一类海水水质标准；54.3%的站位溶解氧含量超过第一类海水水质标准符合第二类标准；1.4%的站位溶解氧含量超过第二类标准符合第三类标准；2.9%的站位溶解氧含量超过第三类标准符合第四类标准。

化学需氧量 (COD_{Mn})：所有海水样品化学需氧量均符合第一类海水水质标准。

活性磷酸盐 (PO₄-P)：所有海水样品活性磷酸盐含量均符合第一类海水水质标准。

无机氮：所有海水样品的无机氮含量均符合第一类海水水质标准。

石油类：98.6%的站位石油类含量符合第一、二类海水水质标准，1.4%的站位石油类含量超第一、二类海水水质标准符合第三类标准。

铜 (Cu)：所有海水样品的铜含量均符合第一类海水水质标准。

铅 (Pb)：97.1%的站位铅含量符合第一类海水水质标准，2.9%的站位铅含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

锌 (Zn)：98.6%的站位锌含量符合第一类海水水质标准，1.4%的站位锌含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

镉 (Cd)：98.6%的站位镉含量符合第一类海水水质标准，1.4%的站位镉含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

总铬 (Cr)：所有海水样品的总铬含量均符合第一类海水水质标准。

砷 (As):, 所有海水样品的砷含量均符合第一类海水水质标准。

汞 (Hg): 90.0%的站位汞含量符合第一类海水水质标准, 10.0%的站位汞含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

2020年秋季大亚湾海域水质环境评价结果显示: 除位于养殖区功能区的9号站位DO含量超海水水质第二类标准符合第三类标准外, 其余站位的各项调查因子均可以符合其对应的近岸海域功能区的管理要求。在近岸海域功能区外, 位于执行海水水质第二类标准的区域的站位, 除7号站位DO含量超第三类海水水质标准符合第四类标准, 其余站位的各项调查因子均可以符合海水水质二类标准; 位于执行海水水质第一类标准区域的站位, 其中64.5%的站位(19、32~35、41、42、47~50、59、60、62~64、66、68~70号)DO含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 6.5%的站位(39和43号)Pb含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 3.2%的站位(68号)Zn含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 9.7%的站位(42、59和60号)Hg含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 其余站位的各项调查因子均可以符合海水水质一类标准。

综上所述, 从《广东省近岸海域环境功能区划》对整个大亚湾海域的管理要求来看, 部分站位的DO含量、Pb含量、Zn含量、Hg含量超对应功能区的管理要求, 超标率分别为31.4%、2.9%、1.4%和4.3%, 其余站位的调查因子符合对应功能区划的管理要求。

(2) 2021年春季

2021年春季大亚湾海域水环境质量现状评价结果统计见表4.3-11, 与近岸海域环境功能区划的符合性情况见表4.3-13。

pH: 所有海水样品的pH值均符合第一类海水水质标准。

溶解氧 (DO): 93.1%的站位溶解氧含量符合第一类海水水质标准; 6.9%的站位溶解氧含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

化学需氧量 (CODMn): 97.2%的站位化学需氧量含量符合第一类海水水质标准, 2.8%的站位化学需氧量含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

活性磷酸盐 (PO₄-P): 所有海水样品的活性磷酸盐含量均符合第一类海水水质标准。

无机氮: 所有站位海水样品的无机氮含量均符合第一类海水水质标准。

石油类: 所有海水样品的石油量含量均符合第一类海水水质标准。

铜 (Cu): 所有海水样品的铜含量均符合第一类海水水质标准。

铅 (Pb): 所有海水样品的铅含量均符合第一类海水水质标准。

锌 (Zn): 所有海水样品的锌含量均符合第一类海水水质标准。

镉 (Cd): 所有海水样品的镉含量均符合第一类海水水质标准。

总铬 (Cr): 所有海水样品的总铬含量均符合第一类海水水质标准。

砷 (As): 所有海水样品的砷含量均符合第一类海水水质标准。

汞 (Hg): 94.4%的站位的表层水样的汞含量符合第一类海水水质标准, 5.6%的站位的表层水样的汞含量超第一类海水水质标准符合第二类标准。

2021年春季大亚湾海域水质环境评价结果显示: 除位于海龟自然保护区的65号站位Hg含量超第一类海水水质标准符合第二类标准外, 其余站位的各项调查因子均可以符合其对应的近岸海域功能区的管理要求; 在近岸海域功能区外, 位于执行海水水质第一类标准的区域的站位, 3.2%的站位(34号)DO含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 3.2%的站位(60号)COD_{Mn}含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 3.2%的站位(59号)Hg含量超第一类海水水质标准符合第二类标准, 其余站位的调查因子均可以符合其相应的管理要求。

综上所述, 从《广东省近岸海域环境功能区划》对整个大亚湾海域的管理要求来看, 部分站位的DO含量、COD_{Mn}含量、Hg含量超对应功能区的管理要求, 超标率分别为1.4%、1.4%、2.8%, 其余站位的调查因子符合对应功能区划的管理要求。

表 4.3-10 2020 年秋季水质评价结果统计一览表

水质评价级别	水层	类别	pH	DO	COD	PO4-P	无机氮	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
一类海水水质	表层	最小值	0.44	0.02	0.03	0.01	0.01	0.12	0.06	0.04	0.16	0.01	0.00	0.03	0.07
		最大值	0.95	5.82	0.58	0.87	0.94	1.18	0.60	1.60	1.53	1.38	0.04	0.10	1.54
		平均值	0.75	1.70	0.29	0.20	0.21	0.48	0.16	0.25	0.38	0.07	0.01	0.05	0.64
		超标率(%)	0.0	58.6	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.9	1.4	1.4	0.0	0.0	10.0
二类海水水质	表层	最小值	0.44	0.01	0.02	0.01	0.01	0.12	0.04	0.01	0.06	0.00	0.00	0.02	0.02
		最大值	0.95	1.75	0.39	0.43	0.63	1.18	0.30	0.32	0.61	0.28	0.02	0.07	0.39
		平均值	0.75	0.50	0.19	0.10	0.16	0.48	0.08	0.06	0.15	0.02	0.00	0.03	0.16
		超标率(%)	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
三类海水水质	表层	最小值	0.37	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02
		最大值	0.79	1.03	0.29	0.43	0.47	0.20	0.06	0.16	0.31	0.14	0.01	0.04	0.39
		平均值	0.63	0.32	0.14	0.10	0.12	0.08	0.02	0.03	0.08	0.01	0.00	0.02	0.16
		超标率(%)	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
四类海水水质	表层	最小值	0.37	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
		最大值	0.79	0.73	0.23	0.29	0.38	0.12	0.06	0.03	0.06	0.14	0.00	0.04	0.15
		平均值	0.63	0.23	0.12	0.07	0.10	0.05	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.06
		超标率(%)	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00

表 4.3-11 2021 年春季水质评价结果统计一览表

水质评价级别	水层	类别	pH	DO	COD	PO4-P	无机氮	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
一类海水水质	表层	最小值	0.86	0.00	0.09	0.01	0.18	0.04	0.08	0.06	0.18	0.01	0.00	0.03	0.24
		最大值	0.98	1.50	1.19	0.60	0.51	0.74	0.66	0.92	0.78	0.10	0.03	0.12	1.48
		平均值	0.92	0.53	0.30	0.08	0.31	0.21	0.18	0.30	0.34	0.03	0.00	0.06	0.63
		超标率(%)	0.0	6.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
二类海水水质	表层	最小值	0.86	0.00	0.06	0.01	0.12	0.04	0.04	0.01	0.07	0.00	0.00	0.02	0.06
		最大值	0.98	0.79	0.79	0.30	0.34	0.74	0.33	0.18	0.31	0.02	0.01	0.08	0.37
		平均值	0.92	0.32	0.20	0.04	0.21	0.21	0.09	0.06	0.13	0.01	0.00	0.04	0.16
		超标率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.3-12 2020 年秋季水质评价结果与近岸海域环境功能区划的符合性统计一览表

调查站位	所在功能区	执行水质标准	与功能区划的符合情况													
			pH	DO	COD	PO ₄ -P	无机氮	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg	
65	海龟自然保护区	海水水质一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	
19、26、27、32~35、39~43、47~50、54~57、59~64、66~70	/		符合	35.5%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	93.5%符合	96.8%符合	符合	符合	符合	90.3%符合
30	云头角—长咀角二类功能区	海水水质二类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	
52	大亚湾南部二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
21、29	大亚湾东部二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1~3、11~13	大亚湾北部二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
9、10	养殖区功能区		符合	50%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
20	白沙湾-长湾二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
44、51、58	东村-望鱼角二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
7、14~18、22~25、31、38、46	/		符合	92.3%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
37、45、53	大亚湾南部工业排水功能区	海水水质三类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	
4	大亚湾石化区东三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
5	大亚湾东联码头三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
6	白寿湾东三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
8	大亚湾三类功能区		符合	符合四类	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合

调查站位	所在功能区	执行水质标准	与功能区划的符合情况												
			pH	DO	COD	PO ₄ -P	无机氮	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
28、36	长湾—东村三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1~70	整个大亚湾海域	/	符合	68.6%符合	符合	符合	符合	符合	符合	97.1%符合	98.6%符合	符合	符合	符合	95.7%符合

表 4.3-13 2021 年春季水质评价结果与近岸海域环境功能区划的符合性统计一览表

调查站位	所在功能区	执行水质标准	与功能区划的符合情况												
			pH	DO	COD	PO ₄ -P	无机氮	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
65	海龟自然保护区	海水水质一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合二类
19、26、27、32~35、39~43、47~50、54~57、59~64、66~70	/		符合	96.8%符合	96.8%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
30	云头角—长咀角二类功能区	海水水质二类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
52	大亚湾南部二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
21、29	大亚湾东部二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1~3、11~13	大亚湾北部二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
9、10	养殖区功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
20	白沙湾-长湾二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
44、51、58	东村-望鱼角二类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
7、14~18、22~25、31、	/		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合

调查站位	所在功能区	执行水质标准	与功能区划的符合情况													
			pH	DO	COD	PO ₄ -P	无机氮	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg	
38、46																
37、45、53	大亚湾南部工业排水功能区	海水水质三类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	
4	大亚湾石化区东三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
5	大亚湾东联码头三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
6	白寿湾东三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
8	大亚湾三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
28、36	长湾—东村三类功能区		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1~70	整个大亚湾海域		/	符合	98.6%符合	98.6%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	97.2%符合

4.3.3 地下水环境质量现状监测与评价

(1) 监测布点

为了解项目周边地下水环境质量现状，本次在项目周边敏感点布设了 3 个水质监测点和 6 个水位监测点，具体监测布点详见下表。

表 4.3-1 地下水监测布点表

编号	监测点地名	相对项目方位及距离	监测项目
U1	隧洞位置 114.738368, 22.819809	--	水位, 水质包括 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、pH、总硬度、可溶性固体、氨氮、硝酸盐(以 N 计)、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、氟化物、总大肠菌群
U2	五配村 114.774425, 22.858307	起点附近, 管线 东南侧 70m	
U3	惠炼家园小区 114.641002, 22.7670949	重点附近, 管线 西侧 45m	
U4	上东村 114.661892, 22.796781	管线东南侧 45m	水位
U5	水蓝天小区 114.707403, 22.797830	管线东南侧 50m	
U6	碧桂园十里银滩山林海小区 114.728102, 22.804780	管线东南侧 55m	

(2) 采样时间及频率

采集第一个含水层水样。由海广东中诺检测技术有限公司于 2022 年 9 月 20 日~21 日进行一期现场监测，连续采样 2 天，每天采样 1 次。

(3) 监测项目

地下水水质分析项目包括： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、pH、总硬度、可溶性固体、石油类、氨氮、硝酸盐(以 N 计)、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、氟化物、总大肠菌群等 17 项。

(4) 分析方法

采样、样品保存与分析按《生活饮用水标准检测方法》(GB5750)中规定的分析方法进行。具体详见表 4.3-2。

表 4.3-2 地下水分析及检出限

检测项目	检测方法	使用仪器及编号	检出限/测定下限
K ⁺	《水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法》 GB 11904-89	原子吸收分光光度计 CNT(GZ)-H-019	0.05mg/L
Na ⁺			0.01mg/L
Ca ²⁺	《水质 钙和镁的测定 原子吸收分光光度法》 GB 11905-89	原子吸收分光光度计 CNT(GZ)-H-019	0.02mg/L
Mg ²⁺			0.002mg/L
CO ₃ ²⁻	《地下水水质分析方法 第49部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法》 DZ/T 0064.49-2021	/	5mg/L
HCO ₃ ⁻			5mg/L
pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	一体式数字笔式 pH 计 CNT(GZ)-C-018	/
氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.025mg/L
氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》 GB 7484-87	氟离子计 CNT(GZ)- H-021	0.05mg/L
总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》 GB 7477-1987	/	5mg/L
溶解性总固体	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 GB/T 5750.4-2006 (8.1)	万分之一天平 CNT(GZ)-H-003	/
硫酸盐	《水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法》(暂行) HJ/T 342-2007	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	8mg/L
氯化物	《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》 GB 11896-89	/	10mg/L
硝酸盐氮	《水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法(试行)》 HJ/T 346-2007	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.08mg/L
亚硝酸盐氮	《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》 GB 7493-87	紫外可见分光光度计 CNT(GZ)-H-002	0.003mg/L
总大肠菌群	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版) 国家环境保护总局 2002 年 多管发酵法 (B) 5.2.5 (1)	电热恒温培养箱 CNT(GZ)-H-007	20MPN/L

(5) 评价标准

地下水执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类水质标准,具体见表 2.4-4。

(6) 监测结果

① 本次地下水环境质量现状监测结果详见表 4.3-3。

表 4.3-3a 地下水环境质量现状监测结果

检测项目	检测结果 单位: mg/L (注明除外)					
	U1 隧洞位置		U2 五配村		U3 惠炼家园小区	
	2022-09-20	2022-09-21	2022-09-20	2022-09-21	2022-09-20	2022-09-21
水位 (m)	1.3	1.3	1.1	1.1	1.7	1.7
K ⁺	2.18	2.32	1.95	1.89	2.66	2.55
Na ⁺	3.05	3.21	2.60	2.77	4.11	3.86
Ca ²⁺	45.0	47.9	56.6	53.9	49.8	44.5
Mg ²⁺	20.3	21.4	23.5	22.4	14.7	16.6
CO ₃ ²⁻	<5	<5	<5	<5	<5	<5
HCO ₃ ⁻	211	195	197	214	221	203
pH 值 (无量纲)	7.5	7.2	7.4	7.3	7.0	7.1
氨氮	0.444	0.486	0.366	0.426	0.478	0.394
氟化物	0.50	0.42	0.32	0.54	0.46	0.35
总硬度	206	186	289	222	193	277
溶解性总固体	421	650	570	328	536	595
硫酸盐	117	135	104	116	128	106
氯化物	186	208	130	160	156	143
硝酸盐氮	1.78	1.72	1.74	1.86	1.57	1.62
亚硝酸盐氮	0.097	0.082	0.071	0.096	0.088	0.071
总大肠菌群 (MPN/100mL)	<2	<2	<2	<2	<2	<2

注: L 表示未检出

表 4.3-3b 地下水水位监测结果

检测项目	检测结果 单位: m					
	U4 上东村		U5 水蓝天小区		U6 碧桂园十里银滩山林海	
	2022-09-20	2022-09-21	2022-09-20	2022-09-21	2022-09-20	2022-09-21
水位	1.2	1.2	1.8	1.8	1.6	1.6

(7) 评价方法

按照《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)所推荐的单项标准指数法进行地下水水质现状评价, 具体如下。

② 单项水质参数 i 在 j 点的标准指标

$$S_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{si}}$$

式中: ——单项水质参数 i 在 j 点的标准指数;

——污染物 i 在监测点 j 的浓度, mg/L;

——参数 i 的水质标准, mg/L;

对于水质参数 pH 值评价模式如下:

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7.0$$

式中：SpH,j——pH 值的标准指数；

pH,j——pH 值的监测浓度；

pHsd——pH 地表水水质标准中规定的 pH 值下限；

pHsu——地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

(8) 现状评价

本次地下水监测结果统计见表 4.3-4。

根据表 4.3-3 和表 4.3-4 可知，各测点所有监测指标均能满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-93)中的 III 类水质标准要求。

表 4.3-4 地下水水质标准指数

检测项目	标准指数					
	U1 隧洞位置		U2 五配村		U3 惠炼家园小区	
	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/20	2022/9/21	2022/9/20	2022/9/21
K ⁺	--	--	--	--	--	--
Na ⁺	0.015	0.016	0.013	0.014	0.021	0.019
Ca ²⁺	--	--	--	--	--	--
Mg ²⁺	--	--	--	--	--	--
CO ₃ ²⁻	--	--	--	--	--	--
HCO ₃ ⁻	--	--	--	--	--	--
pH 值(无量纲)	0.333	0.133	0.267	0.200	0.000	0.067
氨氮	0.888	0.972	0.732	0.852	0.956	0.788
氟化物	0.500	0.420	0.320	0.540	0.460	0.350
总硬度	0.458	0.413	0.642	0.493	0.429	0.616
溶解性总固体	0.421	0.650	0.570	0.328	0.536	0.595
硫酸盐	0.468	0.540	0.416	0.464	0.512	0.424
氯化物	0.744	0.832	0.520	0.640	0.624	0.572
硝酸盐氮	0.089	0.086	0.087	0.093	0.079	0.081
亚硝酸盐氮	0.097	0.082	0.071	0.096	0.088	0.071
总大肠菌群	/	/	/	/	/	/

注：“/”表示未检出；“--”表示无标准

4.4 环境空气质量现状调查与评价

根据《2021 年惠州市生态环境状况公报》(惠州市生态环境局, 2022 年 6 月), 2021 年惠州市水环境质量如下:

市区空气质量：2021年，市区（惠城区、惠阳区和大湾区）空气质量良好，六项污染物年评价浓度均达到国家二级标准。其中，二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）和一氧化碳（CO）达国家一级标准，可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）和臭氧（O₃）达到国家二级标准。

各县（区）空气质量：2021年，各县（区）二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、一氧化碳（CO）达国家一级标准，臭氧（O₃）达国家二级标准；龙门县、大湾区和惠东县可吸入颗粒物（PM₁₀）达国家一级标准，其余县（区）达国家二级标准；龙门县细颗粒物（PM_{2.5}）达国家一级标准，其余县（区）达国家二级标准。

综上，本项目所在区域为达标区。

4.5 声环境质量现状监测与评价

（1）监测布点

在项目周边敏感点设置噪声监测点位，共计5个监测点。监测布点见图4.3-1。

（2）监测项目

昼夜等效A声级(LAeq)。

（3）监测单位、监测时间及频率

监测单位：广东中诺检测技术有限公司

监测时间：2022年9月20~21日。

监测频率：连续监测2天；每天监测2次，每次20分钟，昼、夜各1次，监测时间段为昼间为6:00~22:00，夜间为22:00~6:00，监测等效连续A声级Leq。

噪声监测分析方法见表4.5-1。

表 4.5-1 噪声监测分析方法

监测项目	检测方法	使用仪器及编号	检出限/测定下限
环境噪声	《声环境质量标准》 GB 3096-2008	多功能声级计 CNT(GZ)-C-070	/

（4）评价标准

交通干线两侧30m范围内拟执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准，即昼间70dB(A)、夜间55dB(A)；其余执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，即昼间55dB(A)、夜间45dB(A)。

（5）监测结果及评价

噪声监测评价结果见表4.5-2。

由表 4.5-2 可知，项目周边惠炼家园小区、水蓝天小区、碧桂园十里银滩山林海小区敏感点噪声昼间、夜间均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 4a 类标准要求；五配村、上东村敏感点噪声昼间、夜间均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准要求。

表 4.5-2 环境噪声监测结果评价表

检测日期	检测点位及编号	噪声级 Leq dB(A)			
		昼间噪声		夜间噪声	
		现状	标准	现状	标准
2022-09-20	N1 五配村	55.6	60	47.2	50
	N2 惠炼家园小区	63.5	70	51.6	55
	N3 上东村	54.7	60	46.3	50
	N4 水蓝天小区	64.2	70	52.1	55
	N5 碧桂园十里银滩山林海	66.1	70	53.2	55
2022-09-21	N1 五配村	55.8	60	45.5	50
	N2 惠炼家园小区	63.1	70	52.3	55
	N3 上东村	54.5	60	46.2	50
	N4 水蓝天小区	63.9	70	52.7	55
	N5 碧桂园十里银滩山林海	66.3	70	53.2	55
环境条件	2022-09-20 天气良好，无雨，风速 2.4m/s； 2022-09-21 天气良好，无雨，风速 2.3m/s。				

4.6 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

本次收集厦门大学于 2020 年 9 月 30 日~10 月 1 日（秋季）和 2021 年 3 月 14 日~15 日（春季）在项目区附近海域开展了海洋沉积物质量现状调查资料。

4.6.1 站位布设、监测项目

调查站位：2020 年秋季和 2021 年春季在大亚湾海域布设 42 个沉积物调查站位，站位编号为 1、3、5、7、8、9、11、13、15、17、19、20、22、24~26、28、30、33、34、36、37、39、40、42、43、46、48~50、52、54~56、58、60~63、65、67 和 69；站位图 3.29。

调查项目：石油类、硫化物、有机碳、锌、砷、铜、铅、铬、镉和汞共 10 项。

4.6.2 调查方法

各监测项目样品的采集、保存和分析方法均按《海洋监测规范》(GB17378.5-2007)

中的有关规定执行。

4.6.3 沉积物现状调查结果

(1) 2020 年秋季

2020 年秋季大亚湾海域沉积物环境调查结果见表 4.6-1，由表 4.6-1 可知：

有机碳：有机碳含量变化范围为 $0.18 \times 10^{-2} \sim 2.45 \times 10^{-2}$ ，平均值为 0.93×10^{-2} ，最大值出现在 36 号站。有机碳含量呈湾内高于湾口，西岸高于东岸的分布趋势，高值区出现在大亚湾核电站东侧海域。

石油类：石油类含量变化范围为 $13.7 \times 10^{-6} \sim 588.7 \times 10^{-6}$ ，平均值为 108.1×10^{-6} ，最大值出现在 13 号站。石油类含量湾内高于湾口，西岸高于东岸的分布趋势，高值区出现在范和港口门海域。

硫化物：硫化物含量变化范围为 $15.6 \times 10^{-6} \sim 225.0 \times 10^{-6}$ ，平均值为 83.2×10^{-6} ，最大值出现在 34 号站。硫化物含量波动较大，高值区出现在石化园区-大辣甲-海柴角、海龟湾南侧海域。

铜 (Cu)：铜含量变化范围为 $15.6 \times 10^{-6} \sim 225.0 \times 10^{-6}$ ，平均值为 83.2×10^{-6} ，最大值出现在 7 号站。铜含量湾内高于湾口，西岸海域高于东岸海域，高值区出现在淡澳河口海域。

铅 (Pb)：铅含量变化范围为 $19.1 \times 10^{-6} \sim 59.4 \times 10^{-6}$ ，平均值为 34.9×10^{-6} ，最大值出现在 11 号站，高值区出现在范和港、鹅洲-纯洲海域，大辣甲-桑洲海域为低值区。

锌 (Zn)：锌含量变化范围为 $40.8 \times 10^{-6} \sim 108.0 \times 10^{-6}$ ，平均值为 75.8×10^{-6} ，最大值出现在 7 号站。锌含量湾内高于湾口，西岸海域略高于东岸海域，高值区出现在淡澳河口-石化园区海域，低值区出现在大辣甲-桑洲、小径湾海域。

镉 (Cd)：镉含量变化范围为 $0.05 \times 10^{-6} \sim 0.14 \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.08×10^{-6} ，最大值出现在 7 号站。镉含量高值区出现在小星山岛西南海域、大辣甲西侧海域、以及澳头港。

铬 (Cr)：铬含量变化范围为 $25.4 \times 10^{-6} \sim 109.0 \times 10^{-6}$ ，平均值为 42.6×10^{-6} ，最大值出现在 15 号站。铬含量湾内高于湾口，高值区出现在石化园区东南海域。

砷 (As)：砷含量变化范围为 $5.2 \times 10^{-6} \sim 11.6 \times 10^{-6}$ ，平均值为 8.3×10^{-6} ，最大值出现在 13 号站。高值区出现在坪仕岛-范和港海域、海龟湾南侧海域，在大辣甲-桑洲海域出现低值区。

汞 (Hg): 汞含量变化范围为 $0.048 \times 10^{-6} \sim 0.180 \times 10^{-6}$, 平均值为 0.098×10^{-6} , 最大值出现在 24 号站。汞含量湾内高于湾口, 高值区出现在巽寮-许洲海域、小辣甲周边海域。

(2) 2021 年春季

2021 年春季大亚湾海域沉积物环境调查结果见表 4.6-2, 由表 4.6-2 可知:

有机碳: 有机碳含量变化范围为 $0.57 \times 10^{-2} \sim 2.42 \times 10^{-2}$, 平均值为 1.24×10^{-2} , 最大值出现在 S2 号站。

石油类: 石油类含量变化范围为 $21.4 \times 10^{-6} \sim 359.0 \times 10^{-6}$, 平均值为 125.7×10^{-6} , 最大值出现在 36 号站。

硫化物: 硫化物含量变化范围为 $4.4 \times 10^{-6} \sim 158.0 \times 10^{-6}$, 平均值为 45.3×10^{-6} , 最大值出现在 65 号站。

铜 (Cu): 铜含量变化范围为 $3.6 \times 10^{-6} \sim 21.4 \times 10^{-6}$, 平均值为 11.2×10^{-6} , 最大值出现在 28 号站。

铅 (Pb): 铅含量变化范围为 $8.4 \times 10^{-6} \sim 51.4 \times 10^{-6}$, 平均值为 25.9×10^{-6} , 最大值出现在 69 号站。高值区在三门岛-小星山一带海域, 湾顶和大鹏澳海域沉积物中的铅含量也较高, 湾中部海域沉积物中的铅含量较低。

锌 (Zn): 锌含量变化范围为 $46.1 \times 10^{-6} \sim 125.0 \times 10^{-6}$, 平均值为 87.5×10^{-6} , 最大值出现在 S2 号站。沉积物中的锌分布呈斑块状, 澳头湾、大辣甲-桑洲海域为高值区, 海柴角、大亚湾东南海域为低值区。

镉 (Cd): 镉含量变化范围为 $0.01 \times 10^{-6} \sim 0.26 \times 10^{-6}$, 平均值为 0.06×10^{-6} , 最大值出现在 S2 号站。

铬 (Cr): 铬含量变化范围为 $23.3 \times 10^{-6} \sim 93.2 \times 10^{-6}$, 平均值为 44.7×10^{-6} , 最大值出现在 1 号站。

砷 (As): 砷含量变化范围为 $4.8 \times 10^{-6} \sim 11.0 \times 10^{-6}$, 平均值为 7.1×10^{-6} , 最大值出现在 28 号站, 高值区分布在廖哥角-石化园区-范和港海域、碧甲西南海域。

汞 (Hg): 汞含量变化范围为 $0.021 \times 10^{-6} \sim 0.114 \times 10^{-6}$, 平均值为 0.06×10^{-6} , 最大值出现在 1 号站, 高值区在小径湾、澳头湾、大鹏澳和三门岛周边海域, 湾中部为低值区。

表 4.6-1 2020 年秋季沉积物调查结果一览表

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
	($\times 10^{-2}$)	($\times 10^{-6}$)								
1	0.69	13.7	16.3	7.6	33.1	40.8	0.05	25.4	0.062	6.3
3	0.72	70.1	57.0	19.4	34.0	57.4	0.06	34.4	0.068	7.6
5	1.20	42.9	184.0	27.3	42.4	105.0	0.10	51.2	0.119	8.2
7	1.04	278	166.0	50.2	47.0	108.0	0.09	63.4	0.108	11.0
8	1.05	219	30.1	22.6	37.0	81.4	0.09	48.0	0.074	9.0
9	1.58	48.0	71.8	15.4	37.1	84.5	0.11	41.0	0.085	8.5
11	1.29	90.1	140.0	16.2	59.4	80.1	0.08	43.1	0.117	9.8
13	0.98	559	112.0	18.5	49.1	98.8	0.09	43.6	0.127	11.6
15	1.38	76.6	75.0	15.7	42.2	93.3	0.06	109.0	0.093	7.4
17	1.12	189	98.2	20.0	48.4	96.9	0.09	53.1	0.143	9.0
19	2.27	78.4	111.0	12.2	40.4	84.8	0.06	44.1	0.158	8.9
20	0.70	103	31.7	16.9	40.8	93.4	0.10	61.2	0.104	7.2
22	1.16	36.8	23.0	14.3	41.2	88.8	0.07	61.4	0.180	9.6
24	0.85	155	140.0	11.4	36.1	81.0	0.07	47.0	0.176	7.1
25	0.61	134	25.4	10.9	29.9	73.1	0.10	43.5	0.085	8.8
26	0.63	73.2	26.8	7.7	25.0	61.5	0.06	34.9	0.071	9.9
28	1.20	40.9	15.6	8.8	30.6	80.9	0.10	47.5	0.108	8.4
30	1.03	96.9	27.0	12.0	37.2	78.7	0.07	40.9	0.134	10.4
33	1.28	79.9	88.4	10.4	32.8	73.3	0.07	43.6	0.127	7.0
34	1.15	89.5	225.0	12.8	35.1	88.8	0.08	44.4	0.134	9.0
36	2.45	297	35.0	11.5	35.3	76	0.085	40	0.136	8.7
37	1.03	58.7	38.0	8.3	26.6	56.6	0.09	32.6	0.082	7.4
39	0.52	58.0	70.4	9.1	28.5	61.5	0.09	34.7	0.125	9.0
40	0.76	170	91.9	7.9	33.3	76.1	0.09	43.9	0.140	7.6
42	0.87	143	106.0	10.2	38.2	82.9	0.10	45.3	0.143	8.6
43	0.94	140	47.0	20.0	36.2	79.9	0.08	41.0	0.077	8.8
46	0.58	157	172.0	11.4	24.6	54.2	0.07	36.6	0.078	5.2
48	0.50	60.2	43.9	2.8	19.1	43.9	0.06	29.8	0.076	5.2
49	0.65	134	102.0	5.0	27.5	61.6	0.06	33.4	0.081	7.8
50	1.15	74.6	118.0	7.4	28.8	73.6	0.12	44.8	0.048	6.9
52	0.57	80.1	122.0	4.9	30.3	60.6	0.06	31.0	0.071	6.7
54	0.27	46.7	130.0	22.2	37.1	99.8	0.12	40.2	0.080	8.4
55	0.74	81.9	40.4	5.5	26.6	58.7	0.07	33.6	0.073	7.7
56	0.18	47.2	59.5	3.1	21.3	46.2	0.10	25.8	0.070	6.3
58	0.93	51.3	195.0	9.4	33.7	79.6	0.10	44.0	0.065	8.2
60	0.28	37.9	98.7	10.4	38.3	75.7	0.09	38.7	0.070	10.0
61	0.83	34.9	41.7	8.9	36.1	73.2	0.07	31.9	0.075	9.0
62	0.86	25.4	16.5	8.8	34.9	72.4	0.08	41.6	0.066	7.2
63	1.06	162	36.8	9.8	30.4	75.6	0.10	34.6	0.070	9.3
65	0.56	107	158.0	12.1	33.8	82.7	0.09	40.6	0.072	11.1
67	0.90	27.0	32.7	3.6	30.8	56	0.14	28	0.069	6.5
69	0.55	75.6	76.0	13.0	37.5	84.3	0.08	36.3	0.082	9.3
平均值	0.93	108.1	83.2	12.8	34.9	75.8	0.08	42.6	0.098	8.3

表 4.6-1 2020 年秋季沉积物调查结果一览表

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
	($\times 10^{-2}$)	($\times 10^{-6}$)								
1	1.26	317.0	89.5	14.0	34.5	79.6	0.07	93.2	0.114	5.6
3	1.02	207.0	83.3	17.4	27.0	73.6	0.04	27.9	0.061	8.5
5	1.07	39.3	4.4	10.9	21.0	85.5	0.07	34.5	0.060	8.4
7	1.66	132.0	36.1	19.3	26.1	104.0	0.06	48.4	0.057	8.3
8	1.45	121.0	17.3	13.9	22.2	86.0	0.07	43.8	0.074	7.7
9	1.54	115.0	28.5	13.2	16.8	90.6	0.12	40.7	0.061	8.7
11	1.55	62.8	36.2	14.2	28.6	101.0	0.10	48.3	0.060	9.1
13	1.36	147.0	43.2	13.2	27.4	90.3	0.08	43.2	0.061	7.8
15	1.22	84.8	30.2	11.4	19.4	94.7	0.05	39.5	0.066	6.9
17	1.87	86.5	24.1	15.2	20.6	88.8	0.08	39.0	0.034	8.2
19	1.73	177.0	38.1	16.7	23.0	98.0	0.10	37.4	0.030	7.5
20	1.78	48.5	13.5	9.3	13.6	104.0	0.14	36.8	0.040	8.6
22	1.63	73.1	28.1	12.4	16.9	92.8	0.06	43.1	0.038	6.8
24	1.32	224.0	62.4	11.5	9.9	122.0	0.07	44.8	0.046	9.0
25	1.04	75.6	24.9	11.9	18.6	72.3	0.05	39.6	0.046	7.0
26	0.88	83.0	10.3	7.7	8.4	86.0	0.09	35.0	0.078	5.3
28	1.11	98.8	51.2	21.4	21.7	68.2	0.08	43.3	0.078	11.0
30	1.12	106.0	37.4	8.0	21.2	69.8	0.08	38.8	0.039	6.0
33	1.52	152.5	80.5	11.0	39.7	97.4	0.06	61.8	0.033	5.8
34	1.64	224.0	58.1	12.6	46.7	107.0	0.05	60.9	0.021	4.8
36	1.32	359.0	88.2	9.6	26.0	90.5	0.10	50.5	0.033	5.5
37	1.59	118.0	30.9	8.5	19.1	98.0	0.06	38.0	0.072	5.2
39	1.07	134.0	38.7	6.7	16.0	90.7	0.06	29.5	0.072	5.6
40	0.94	67.8	47.1	5.0	10.7	66.7	0.01	34.7	0.039	5.8
42	1.22	96.5	14.0	9.6	20.9	95.1	0.06	63.6	0.042	7.2
43	1.13	105.0	22.4	8.1	43.8	89.5	0.07	59.5	0.080	6.7
46	0.94	81.1	71.8	7.3	22.4	104.0	0.05	34.5	0.054	6.8
48	0.97	91.1	36.0	3.6	26.2	68.1	0.01	27.4	0.041	6.3
49	0.65	27.8	8.1	4.7	15.9	103.0	0.05	23.3	0.034	7.0
50	1.07	50.2	29.6	6.4	23.2	116.5	0.05	43.9	0.063	7.2
52	1.16	34.3	76.5	4.6	15.3	54.9	0.01	29.0	0.059	6.0
54	0.68	115.0	58.3	16.7	30.2	101.0	0.06	48.0	0.047	7.5
55	0.83	45.0	14.3	11.2	29.0	67.8	0.06	40.0	0.057	7.5
56	0.97	21.4	49.6	11.3	29.8	83.4	0.07	56.9	0.045	6.0
58	1.30	106.0	34.3	6.3	13.4	46.1	0.05	38.0	0.034	5.2
60	1.42	57.1	16.5	10.3	34.3	85.0	0.01	57.4	0.052	8.0
61	0.96	83.1	27.5	10.0	39.7	73.2	0.05	50.2	0.078	10.0
62	0.95	93.9	38.7	11.0	33.0	85.4	0.03	47.8	0.081	7.8
63	0.57	84.6	71.4	16.9	48.4	89.7	0.05	46.9	0.079	8.0
65	1.20	260.0	158.0	11.9	46.9	74.8	0.05	64.5	0.055	7.0
67	1.01	103.0	72.6	8.1	25.6	61.7	0.01	47.7	0.075	5.9
69	1.16	218.0	40.4	12.4	51.4	85.8	0.05	54.8	0.085	6.7
S1	1.34	336.0	29.1	9.1	31.3	82.0	0.06	47.7	0.075	6.9
S2	2.42	268.0	124.0	17.4	23.5	125.0	0.26	33.2	0.075	6.6
平均值	1.24	125.7	45.3	11.2	25.9	87.5	0.06	44.7	0.060	7.1

4.6.4 海域沉积物质量评价标准与方法

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》中各个海洋功能区的环境保护要求,各调查站位的沉积物质量执行标准见表4.6-3,调查站位与广东省海洋功能区划的叠加见图4.6-1。评价方法采用单因子指数评价法。

表 4.6-3 《广东省海洋功能区划》管理要求

调查站位	功能区名称	海洋环境保护要求
4~9	惠州市港口航运区	执行海洋沉积物质量二类标准
1	霞涌-稔山旅游休闲娱乐区	执行海洋沉积物质量一类标准
2、3、11~20、22~28、30~44、46~64、66~69	大亚湾海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准
10	小桂保留区	海洋沉积物质量维持现状
21、29	巽寮旅游休闲娱乐区	执行海洋沉积物质量一类标准
45	碧甲特殊利用区	执行海洋沉积物质量三类标准
65	港口海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准
70	珠海-潮州近海农渔业区	执行海洋沉积物质量一类标准

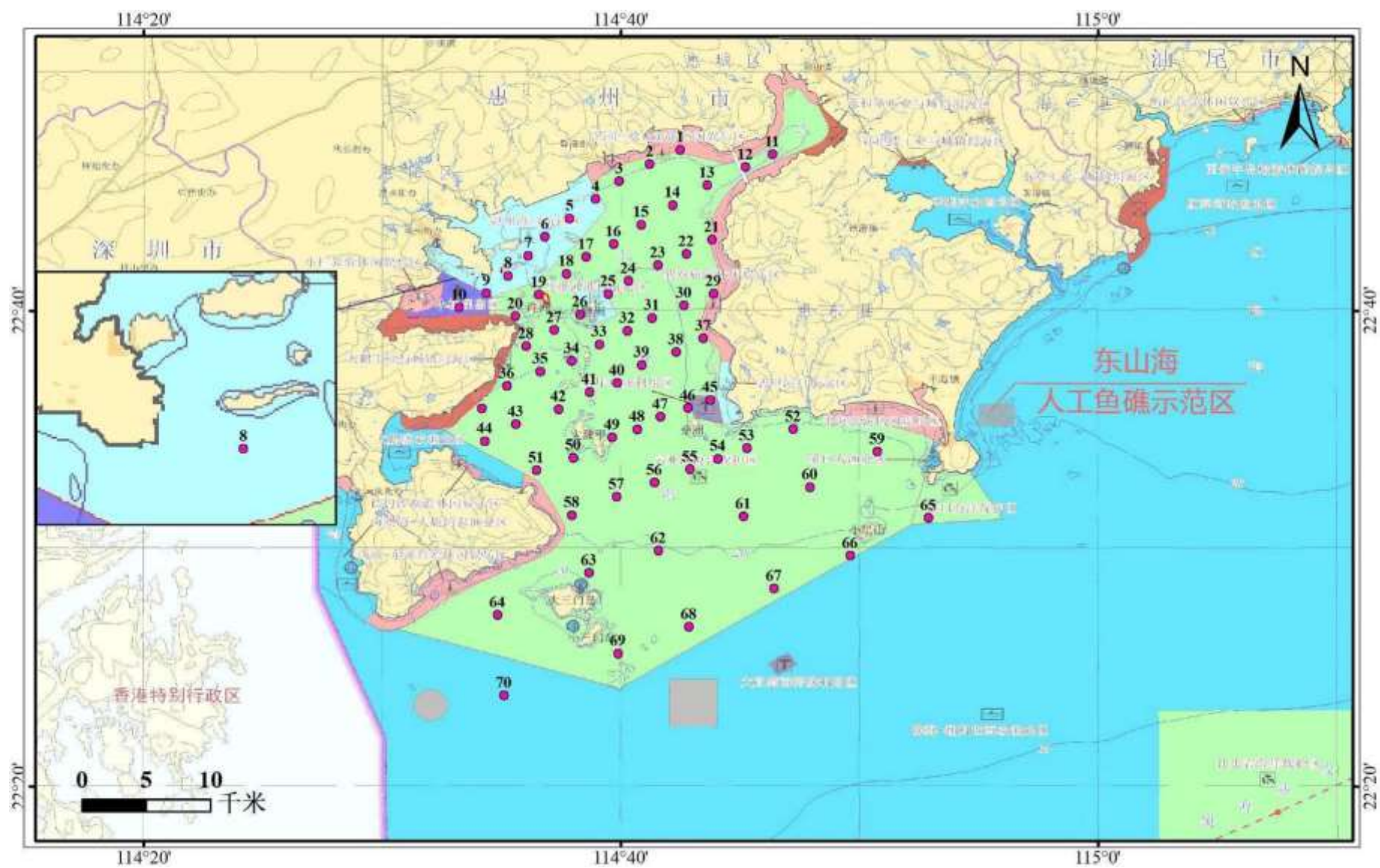


图 4.6-1 调查站位与广东省海洋功能区划的叠加图

4.6.5 海域沉积物质量评价结果

(1) 2020 年秋季

2020 年秋季大亚湾海域沉积物环境评价结果见表 4.6-3、表 4.6-4 和表 4.6-7。

有机碳：95.2%的站位的沉积物中的有机碳含量符合第一类沉积物质量标准，4.8%的站位有机碳含量超第一类沉积物质量标准符合第二类标准。

石油类：97.6%的站位的沉积物中的石油类含量符合第一类沉积物质量标准，2.4%的站位的石油类含量超第一类沉积物质量标准符合第二类标准。

硫化物：所有站位沉积物中的硫化物含量均符合第一类沉积物质量标准。

铜（Cu）：97.6%的站位的沉积物中的铜含量符合第一类沉积物质量标准，2.4%的站位的铜含量超第一类沉积物质量标准符合第二类标准。

铅（Pb）：所有站位沉积物中的铅含量均符合第一类沉积物质量标准。

锌（Zn）：所有站位沉积物中的锌含量均符合第一类沉积物质量标准。

镉（Cd）：所有站位沉积物中的镉含量均符合第一类沉积物质量标准。

铬（Cr）：97.6%的站位的沉积物中的铬含量符合第一类沉积物质量标准，2.4%的站位的铬含量超第一类沉积物质量标准符合第二类标准。

砷（As）：所有站位沉积物中的砷含量均符合第一类沉积物质量标准。

汞（Hg）：所有站位沉积物中的汞含量均符合第一类沉积物质量标准。

大亚湾海域 2020 年秋季调查有少量站位的有机碳、石油类、铜、铬超第一类沉积物质量标准，但可满足第二类沉积物质量标准，所有调查站位的硫化物、铅、锌、镉、砷、汞含量均满足第一类沉积物质量标准。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，2020 年秋季大亚湾海域沉积物环境评价结果显示：除位于大亚湾海洋保护区的 5.7%站位（19、36 号）有机碳含量，2.9%站位（13 号）石油类含量，2.9%站位（15 号）Cr 含量超海洋沉积物质量一类标准符合二类标准外，其余站位各项调查因子均可以符合其对应功能区的管理要求。

综上所述，从《广东省海洋功能区划》对整个大亚湾海域的管理要求来看，部分站位的有机碳含量、石油类含量、Cr 含量超对应功能区的管理要求，超标率分别为 4.8%、2.4%和 2.4%，其余站位的调查因子符合对应功能区划的管理要求。

(2) 2021 年春季

2021 年春季大亚湾海域沉积物环境评价结果见表 4.6-5、表 4.6-6 和表 4.6-8。

有机碳：97.7%的站位的沉积物中的有机碳含量符合第一类沉积物质量标准，2.3%的站位的有机碳含量超第一类沉积物质量标准符合第二类标准。

石油类：所有站位沉积物中的石油类含量均符合第一类沉积物质量标准。

硫化物：所有站位沉积物中的硫化物含量均符合第一类沉积物质量标准。

铜（Cu）：所有站位沉积物中的铜含量均符合第一类沉积物质量标准。

铅（Pb）：所有站位沉积物中的铅含量均符合第一类沉积物质量标准。

锌（Zn）：所有站位沉积物中的锌含量均符合第一类沉积物质量标准。

镉（Cd）：所有站位沉积物中的镉含量均符合第一类沉积物质量标准。

铬（Cr）：97.7%的站位的沉积物中的铬含量符合第一类沉积物质量标准，2.3%的站位的铬含量超第一类沉积物质量标准符合第二类标准。

砷（As）：所有站位沉积物中的砷含量均符合第一类沉积物质量标准。

汞（Hg）：所有站位沉积物中的汞含量均符合第一类沉积物质量标准。

大亚湾海域 2021 年春季调查中各有 1 个站位的有机碳、铬含量超第一类沉积物质量标准，但可满足第二类沉积物质量标准，所有调查站位的硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、汞等指标含量均满足第一类沉积物质量标准。

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），2021 年春季调查站位所属的功能区的管理要求，除位于霞涌-稔山旅游休闲娱乐区的 1 号站位的 Cr 含量超海洋沉积物质量一类标准符合二类标准外，其余站位的各项调查因子均可以符合其对应的功能区的管理要求。

综上所述，从《广东省海洋功能区划》对整个大亚湾海域的管理要求来看，部分站位的 Cr 含量超对应功能区的管理要求，超标率为 2.3%，其余站位的调查因子符合对应功能区划的管理要求。

表 4.6-3 2020 年秋季季沉积物环境质量评价结果一览表（第一类沉积物质量标准）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	0.35	0.03	0.05	0.22	0.55	0.27	0.10	0.32	0.31	0.32
3	0.36	0.14	0.19	0.55	0.57	0.38	0.12	0.43	0.34	0.38
5	0.60	0.09	0.61	0.78	0.71	0.70	0.20	0.64	0.60	0.41
7	0.52	0.56	0.55	1.43	0.78	0.72	0.18	0.79	0.54	0.55
8	0.53	0.44	0.10	0.65	0.62	0.54	0.18	0.60	0.37	0.45
9	0.79	0.10	0.24	0.44	0.62	0.56	0.22	0.51	0.43	0.43
11	0.65	0.18	0.47	0.46	0.99	0.53	0.16	0.54	0.59	0.49
13	0.49	1.12	0.37	0.53	0.82	0.66	0.18	0.55	0.64	0.58
15	0.69	0.15	0.25	0.45	0.70	0.62	0.12	1.36	0.47	0.37
17	0.56	0.38	0.33	0.57	0.81	0.65	0.18	0.66	0.72	0.45
19	1.13	0.16	0.37	0.35	0.67	0.57	0.12	0.55	0.79	0.45
20	0.35	0.21	0.11	0.48	0.68	0.62	0.20	0.77	0.52	0.36
22	0.58	0.07	0.08	0.41	0.69	0.59	0.14	0.77	0.90	0.48
24	0.43	0.31	0.47	0.33	0.60	0.54	0.14	0.59	0.88	0.36
25	0.31	0.27	0.08	0.31	0.50	0.49	0.20	0.54	0.43	0.44
26	0.32	0.15	0.09	0.22	0.42	0.41	0.12	0.44	0.36	0.50
28	0.60	0.08	0.05	0.25	0.51	0.54	0.20	0.59	0.54	0.42
30	0.52	0.19	0.09	0.34	0.62	0.52	0.13	0.51	0.67	0.52
33	0.64	0.16	0.29	0.30	0.55	0.49	0.14	0.55	0.64	0.35
34	0.57	0.18	0.75	0.37	0.59	0.59	0.16	0.56	0.67	0.45
36	1.23	0.59	0.12	0.33	0.59	0.51	0.17	0.50	0.68	0.44
37	0.52	0.12	0.13	0.24	0.44	0.38	0.18	0.41	0.41	0.37
39	0.26	0.12	0.23	0.26	0.48	0.41	0.18	0.43	0.63	0.45
40	0.38	0.34	0.31	0.23	0.56	0.51	0.18	0.55	0.70	0.38
42	0.44	0.29	0.35	0.29	0.64	0.55	0.20	0.57	0.72	0.43
43	0.47	0.28	0.16	0.57	0.60	0.53	0.16	0.51	0.38	0.44
46	0.29	0.31	0.57	0.33	0.41	0.36	0.14	0.46	0.39	0.26
48	0.25	0.12	0.15	0.08	0.32	0.29	0.12	0.37	0.38	0.26
49	0.32	0.27	0.34	0.14	0.46	0.41	0.12	0.42	0.41	0.39
50	0.57	0.15	0.39	0.21	0.48	0.49	0.24	0.56	0.24	0.35
52	0.29	0.16	0.41	0.14	0.51	0.40	0.12	0.39	0.36	0.34
54	0.14	0.09	0.43	0.63	0.62	0.67	0.24	0.50	0.40	0.42
55	0.37	0.16	0.13	0.16	0.44	0.39	0.14	0.42	0.37	0.39
56	0.09	0.09	0.20	0.09	0.36	0.31	0.20	0.32	0.35	0.32
58	0.47	0.10	0.65	0.27	0.56	0.53	0.20	0.55	0.33	0.41
60	0.14	0.08	0.33	0.30	0.64	0.50	0.18	0.48	0.35	0.50
61	0.41	0.07	0.14	0.25	0.60	0.49	0.14	0.40	0.38	0.45
62	0.43	0.05	0.06	0.25	0.58	0.48	0.16	0.52	0.33	0.36
63	0.53	0.32	0.12	0.28	0.51	0.50	0.20	0.43	0.35	0.47
65	0.28	0.21	0.53	0.35	0.56	0.55	0.18	0.51	0.36	0.56
67	0.45	0.05	0.11	0.10	0.51	0.37	0.28	0.35	0.35	0.33
69	0.28	0.15	0.25	0.37	0.63	0.56	0.16	0.45	0.41	0.47
最小值	0.09	0.03	0.05	0.08	0.32	0.27	0.10	0.32	0.24	0.26
最大值	1.23	1.12	0.75	1.43	0.99	0.72	0.28	1.36	0.90	0.58
平均值	0.47	0.22	0.28	0.36	0.58	0.51	0.17	0.53	0.49	0.42
超标率 (%)	4.8	2.4	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0

表 4.6-4 2020 年秋季季沉积物环境质量评价结果一览表（第二类沉积物质量标准）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	0.23	0.01	0.03	0.08	0.25	0.12	0.03	0.17	0.12	0.10
3	0.24	0.07	0.11	0.19	0.26	0.16	0.04	0.23	0.14	0.12
5	0.40	0.04	0.37	0.27	0.33	0.30	0.07	0.34	0.24	0.13
7	0.35	0.28	0.33	0.50	0.36	0.31	0.06	0.42	0.22	0.17
8	0.35	0.22	0.06	0.23	0.28	0.23	0.06	0.32	0.15	0.14
9	0.53	0.05	0.14	0.15	0.29	0.24	0.07	0.27	0.17	0.13
11	0.43	0.09	0.28	0.16	0.46	0.23	0.05	0.29	0.23	0.15
13	0.33	0.56	0.22	0.19	0.38	0.28	0.06	0.29	0.25	0.18
15	0.46	0.08	0.15	0.16	0.32	0.27	0.04	0.73	0.19	0.11
17	0.37	0.19	0.20	0.20	0.37	0.28	0.06	0.35	0.29	0.14
19	0.76	0.08	0.22	0.12	0.31	0.24	0.04	0.29	0.32	0.14
20	0.23	0.10	0.06	0.17	0.31	0.27	0.07	0.41	0.21	0.11
22	0.39	0.04	0.05	0.14	0.32	0.25	0.05	0.41	0.36	0.15
24	0.28	0.15	0.28	0.11	0.28	0.23	0.05	0.31	0.35	0.11
25	0.20	0.13	0.05	0.11	0.23	0.21	0.07	0.29	0.17	0.14
26	0.21	0.07	0.05	0.08	0.19	0.18	0.04	0.23	0.14	0.15
28	0.40	0.04	0.03	0.09	0.24	0.23	0.07	0.32	0.22	0.13
30	0.34	0.10	0.05	0.12	0.29	0.22	0.04	0.27	0.27	0.16
33	0.43	0.08	0.18	0.10	0.25	0.21	0.05	0.29	0.25	0.11
34	0.38	0.09	0.45	0.13	0.27	0.25	0.05	0.30	0.27	0.14
36	0.82	0.30	0.07	0.12	0.27	0.22	0.06	0.27	0.27	0.13
37	0.34	0.06	0.08	0.08	0.20	0.16	0.06	0.22	0.16	0.11
39	0.17	0.06	0.14	0.09	0.22	0.18	0.06	0.23	0.25	0.14
40	0.25	0.17	0.18	0.08	0.26	0.22	0.06	0.29	0.28	0.12
42	0.29	0.14	0.21	0.10	0.29	0.24	0.07	0.30	0.29	0.13
43	0.31	0.14	0.09	0.20	0.28	0.23	0.05	0.27	0.15	0.14
46	0.19	0.16	0.34	0.11	0.19	0.15	0.05	0.24	0.16	0.08
48	0.17	0.06	0.09	0.03	0.15	0.13	0.04	0.20	0.15	0.08
49	0.22	0.13	0.20	0.05	0.21	0.18	0.04	0.22	0.16	0.12
50	0.38	0.07	0.24	0.07	0.22	0.21	0.08	0.30	0.10	0.11
52	0.19	0.08	0.24	0.05	0.23	0.17	0.04	0.21	0.14	0.10
54	0.09	0.05	0.26	0.22	0.29	0.29	0.08	0.27	0.16	0.13
55	0.25	0.08	0.08	0.06	0.20	0.17	0.05	0.22	0.15	0.12
56	0.06	0.05	0.12	0.03	0.16	0.13	0.07	0.17	0.14	0.10
58	0.31	0.05	0.39	0.09	0.26	0.23	0.07	0.29	0.13	0.13
60	0.09	0.04	0.20	0.10	0.29	0.22	0.06	0.26	0.14	0.15
61	0.28	0.03	0.08	0.09	0.28	0.21	0.05	0.21	0.15	0.14
62	0.29	0.03	0.03	0.09	0.27	0.21	0.05	0.28	0.13	0.11
63	0.35	0.16	0.07	0.10	0.23	0.22	0.07	0.23	0.14	0.14
65	0.19	0.11	0.32	0.12	0.26	0.24	0.06	0.27	0.14	0.17
67	0.30	0.03	0.07	0.04	0.24	0.16	0.09	0.19	0.14	0.10
69	0.18	0.08	0.15	0.13	0.29	0.24	0.05	0.24	0.16	0.14
最小值	0.06	0.01	0.03	0.03	0.15	0.12	0.03	0.17	0.10	0.08
最大值	0.82	0.56	0.45	0.50	0.46	0.31	0.09	0.73	0.36	0.18
平均值	0.31	0.11	0.17	0.13	0.27	0.22	0.06	0.28	0.20	0.13
超标率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.6-5 2021 年秋季季沉积物环境质量评价结果一览表（第一类沉积物质量标准）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	0.63	0.63	0.30	0.40	0.58	0.53	0.14	1.17	0.57	0.28
3	0.51	0.41	0.28	0.50	0.45	0.49	0.08	0.35	0.31	0.43
5	0.54	0.08	0.01	0.31	0.35	0.57	0.13	0.43	0.30	0.42
7	0.83	0.26	0.12	0.55	0.44	0.69	0.12	0.61	0.29	0.42
8	0.73	0.24	0.06	0.40	0.37	0.57	0.14	0.55	0.37	0.39
9	0.77	0.23	0.10	0.38	0.28	0.60	0.24	0.51	0.31	0.44
11	0.78	0.13	0.12	0.41	0.48	0.67	0.20	0.60	0.30	0.46
13	0.68	0.29	0.14	0.38	0.46	0.60	0.16	0.54	0.31	0.39
15	0.61	0.17	0.10	0.33	0.32	0.63	0.10	0.49	0.33	0.35
17	0.94	0.17	0.08	0.43	0.34	0.59	0.16	0.49	0.17	0.41
19	0.87	0.35	0.13	0.48	0.38	0.65	0.20	0.47	0.15	0.38
20	0.89	0.10	0.05	0.27	0.23	0.69	0.28	0.46	0.20	0.43
22	0.82	0.15	0.09	0.35	0.28	0.62	0.12	0.54	0.19	0.34
24	0.66	0.45	0.21	0.33	0.17	0.81	0.14	0.56	0.23	0.45
25	0.52	0.15	0.08	0.34	0.31	0.48	0.10	0.50	0.23	0.35
26	0.44	0.17	0.03	0.22	0.14	0.57	0.18	0.44	0.39	0.27
28	0.56	0.20	0.17	0.61	0.36	0.45	0.16	0.54	0.39	0.55
30	0.56	0.21	0.12	0.23	0.35	0.47	0.16	0.49	0.20	0.30
33	0.76	0.31	0.27	0.31	0.66	0.65	0.12	0.77	0.16	0.29
34	0.82	0.45	0.19	0.36	0.78	0.71	0.10	0.76	0.11	0.24
36	0.66	0.72	0.29	0.27	0.43	0.60	0.20	0.63	0.17	0.28
37	0.80	0.24	0.10	0.24	0.32	0.65	0.12	0.48	0.36	0.26
39	0.54	0.27	0.13	0.19	0.27	0.60	0.12	0.37	0.36	0.28
40	0.47	0.14	0.16	0.14	0.18	0.44	0.02	0.43	0.20	0.29
42	0.61	0.19	0.05	0.27	0.35	0.63	0.12	0.80	0.21	0.36
43	0.57	0.21	0.07	0.23	0.73	0.60	0.14	0.74	0.40	0.34
46	0.47	0.16	0.24	0.21	0.37	0.69	0.10	0.43	0.27	0.34
48	0.48	0.18	0.12	0.10	0.44	0.45	0.02	0.34	0.21	0.32
49	0.32	0.06	0.03	0.13	0.27	0.69	0.10	0.29	0.17	0.35
50	0.54	0.10	0.10	0.18	0.39	0.78	0.10	0.55	0.31	0.36
52	0.58	0.07	0.26	0.13	0.26	0.37	0.02	0.36	0.30	0.30
54	0.34	0.23	0.19	0.48	0.50	0.67	0.12	0.60	0.24	0.38
55	0.41	0.09	0.05	0.32	0.48	0.45	0.12	0.50	0.29	0.38
56	0.48	0.04	0.17	0.32	0.50	0.56	0.14	0.71	0.23	0.30
58	0.65	0.21	0.11	0.18	0.22	0.31	0.10	0.48	0.17	0.26
60	0.71	0.11	0.06	0.29	0.57	0.57	0.02	0.72	0.26	0.40
61	0.48	0.17	0.09	0.29	0.66	0.49	0.10	0.63	0.39	0.50
62	0.47	0.19	0.13	0.31	0.55	0.57	0.06	0.60	0.40	0.39
63	0.29	0.17	0.24	0.48	0.81	0.60	0.10	0.59	0.40	0.40
65	0.60	0.52	0.53	0.34	0.78	0.50	0.10	0.81	0.28	0.35
67	0.51	0.21	0.24	0.23	0.43	0.41	0.02	0.60	0.38	0.30
69	0.58	0.44	0.13	0.35	0.86	0.57	0.10	0.69	0.43	0.34
最小值	0.29	0.04	0.01	0.10	0.14	0.31	0.02	0.29	0.11	0.24
最大值	0.94	0.72	0.53	0.61	0.86	0.83	0.52	1.17	0.57	0.55
平均值	0.62	0.25	0.15	0.32	0.43	0.58	0.13	0.56	0.29	0.36
超标率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0

表 4.6-6 2021 年秋季季沉积物环境质量评价结果一览表（第二类沉积物质量标准）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	0.42	0.32	0.18	0.14	0.27	0.23	0.05	0.62	0.23	0.09
3	0.34	0.21	0.17	0.17	0.21	0.21	0.03	0.19	0.12	0.13
5	0.36	0.04	0.01	0.11	0.16	0.24	0.04	0.23	0.12	0.13
7	0.55	0.13	0.07	0.19	0.20	0.30	0.04	0.32	0.11	0.13
8	0.48	0.12	0.03	0.14	0.17	0.25	0.05	0.29	0.15	0.12
9	0.51	0.12	0.06	0.13	0.13	0.26	0.08	0.27	0.12	0.13
11	0.52	0.06	0.07	0.14	0.22	0.29	0.07	0.32	0.12	0.14
13	0.45	0.15	0.09	0.13	0.21	0.26	0.05	0.29	0.12	0.12
15	0.41	0.08	0.06	0.11	0.15	0.27	0.03	0.26	0.13	0.11
17	0.62	0.09	0.05	0.15	0.16	0.25	0.05	0.26	0.07	0.13
19	0.58	0.18	0.08	0.17	0.18	0.28	0.07	0.25	0.06	0.12
20	0.59	0.05	0.03	0.09	0.10	0.30	0.09	0.25	0.08	0.13
22	0.54	0.07	0.06	0.12	0.13	0.27	0.04	0.29	0.08	0.10
24	0.44	0.22	0.12	0.12	0.08	0.35	0.05	0.30	0.09	0.14
25	0.35	0.08	0.05	0.12	0.14	0.21	0.03	0.26	0.09	0.11
26	0.29	0.08	0.02	0.08	0.06	0.25	0.06	0.23	0.16	0.08
28	0.37	0.10	0.10	0.21	0.17	0.19	0.05	0.29	0.16	0.17
30	0.37	0.11	0.07	0.08	0.16	0.20	0.05	0.26	0.08	0.09
33	0.51	0.15	0.16	0.11	0.31	0.28	0.04	0.41	0.07	0.09
34	0.55	0.22	0.12	0.13	0.36	0.31	0.03	0.41	0.04	0.07
36	0.44	0.36	0.18	0.10	0.20	0.26	0.07	0.34	0.07	0.08
37	0.53	0.12	0.06	0.09	0.15	0.28	0.04	0.25	0.14	0.08
39	0.36	0.13	0.08	0.07	0.12	0.26	0.04	0.20	0.14	0.09
40	0.31	0.07	0.09	0.05	0.08	0.19	0.01	0.23	0.08	0.09
42	0.41	0.10	0.03	0.10	0.16	0.27	0.04	0.42	0.08	0.11
43	0.38	0.11	0.04	0.08	0.34	0.26	0.05	0.40	0.16	0.10
46	0.31	0.08	0.14	0.07	0.17	0.30	0.03	0.23	0.11	0.10
48	0.32	0.09	0.07	0.04	0.20	0.19	0.01	0.18	0.08	0.10
49	0.22	0.03	0.02	0.05	0.12	0.29	0.03	0.16	0.07	0.11
50	0.36	0.05	0.06	0.06	0.18	0.33	0.03	0.29	0.13	0.11
52	0.39	0.03	0.15	0.05	0.12	0.16	0.01	0.19	0.12	0.09
54	0.23	0.12	0.12	0.17	0.23	0.29	0.04	0.32	0.09	0.12
55	0.28	0.05	0.03	0.11	0.22	0.19	0.04	0.27	0.11	0.12
56	0.32	0.02	0.10	0.11	0.23	0.24	0.05	0.38	0.09	0.09
58	0.43	0.11	0.07	0.06	0.10	0.13	0.03	0.25	0.07	0.08
60	0.47	0.06	0.03	0.10	0.26	0.24	0.01	0.38	0.10	0.12
61	0.32	0.08	0.06	0.10	0.31	0.21	0.03	0.33	0.16	0.15
62	0.32	0.09	0.08	0.11	0.25	0.24	0.02	0.32	0.16	0.12
63	0.19	0.08	0.14	0.17	0.37	0.26	0.03	0.31	0.16	0.12
65	0.40	0.26	0.32	0.12	0.36	0.21	0.03	0.43	0.11	0.11
67	0.34	0.10	0.15	0.08	0.20	0.18	0.01	0.32	0.15	0.09
69	0.39	0.22	0.08	0.12	0.40	0.25	0.03	0.37	0.17	0.10
最小值	0.19	0.02	0.01	0.04	0.06	0.13	0.01	0.16	0.04	0.07
最大值	0.81	0.36	0.32	0.21	0.40	0.36	0.17	0.62	0.23	0.17
平均值	0.41	0.13	0.09	0.11	0.20	0.25	0.04	0.30	0.11	0.11
超标率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.6-7 2020 年秋季沉积物评价结果与功能区划的符合情况统计一览表

调查站位	所在功能区	执行沉积物标准	与功能区划的符合情况									
			有机碳	石油类	硫化物	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
5、7-9	惠州市港口航运区	执行海洋沉积物二类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1	霞涌-稔山旅游休闲娱乐区	执行海洋沉积物质量一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
3、11、13、15、17、19、20、22、24-26、28、30、33、34、36、37、39、40、42、43、46、49、50、52、54-56、58、60-63、67、69	大亚湾海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准	94.3%符合	97.1%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	97.1%符合	符合
10	小桂保留区	海洋沉积物质量维持现状	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类
65	港口海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
42 个沉积物调查站位	整个大亚湾海域		95.2%符合	97.6%符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	97.6%符合	符合

表 4.6-8 2021 年春季沉积物评价结果与功能区划的符合情况统计一览表

调查站位	所在功能区	执行沉积物标准	与功能区划的符合情况									
			有机碳	石油类	硫化物	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
5、7-9	惠州市港口航运区	执行海洋沉积物二类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1	霞涌-稔山旅游休闲娱乐区	执行海洋沉积物质量一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合二类	符合
3、11、13、15、17、19、20、22、24-26、28、30、33、34、36、37、39、40、42、43、46、49、50、52、54-56、58、60-63、67、69	大亚湾海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
10	小桂保留区	海洋沉积物质量维持现状	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类	符合一类
65	港口海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
42 个沉积物调查站位	整个大亚湾海域		符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	97.7%符合	符合

4.7 生态环境现状调查与分析

4.7.1 陆域生态环境现状调查和评价

4.7.1.1 土地利用状况

1、调查方法

根据土地利用现状结果,采用 2017 年美国陆地资源卫星(Landsat 8)OLI 和 TIRS 影像数据进行校核;参考有关资料,通过采用 GPS 定位,建立地面解译标志和线路调查等方法,以 1:50000 精度解译遥感影像为基础数据,在 ENVI 5.1 和 Arc GIS 软件支持下,进行数据采集、编辑、分析、编绘成图,编绘土地利用现状图;评价区内土地利用现状调查按照“全国生态环境十年变化(2000—2010 年)调查评估技术指南”分类系统标准;同时参考项目设计及实地考察资料,在此基础上,分析评价区内的土地利用现状。

2、工程占地的土地利用类型

项目占地总面积为 7.61hm²,均为临时用地。临时占地包括管线敷设作业带、施工便道等,主要类型有耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地、交通运输用地。

4.7.1.2 陆生植被现状调查

1、调查内容及方法

(1) 群落调查方法

本评价于 2021 年 9 月对建设项目所在地的植被现状进行了野外调查,调查采用路线普查与典型调查相结合的方法,即在全线普查的基础上,选择典型地段对主要群落的代表性样方进行群落种类组成、结构的记录和分析,并对群落的生物量、净生产量进行估算。每个群落布设乔木样方 10×10m²,灌木样方为 2×2m²,草本样方为 1×1m²,调查样方内的植被类型、植物种类、群落结构、覆盖度等,统计样方内高度大于 1.5m 以上的乔木和灌木,草本及藤本植物,同时记录珍稀野生植物的种类和数量。根据管线所经过的调查区域典型植被进行设置,共设置 15 个样方,各植物群落的分布、样方布点详见表 4.5-3。

项目沿线原生地带性植被为南亚热带常绿阔叶林。由于长期以来人类活动的影响,原生植被已不存在,现存植被主要为木荷-九节-芒箕群落、马占相思-九节-芒箕群落、尾叶桉-芒箕群落、马尾松-石斑木-芒箕群落、木荷-石斑木-芒箕群落、桃金娘-芒箕群

落、木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落、荔枝群落、鸡蛋花群落、瓜-菜复合群落、塘（涌）基植物群落和水稻群落等。

表 4.5-3 样方设置情况一览表

样方编号	典型样方
样方 1	尾叶桉-芒箕群落
样方 2	木荷-九节-芒箕群落
样方 3	荔枝群落
样方 4	马占相思-九节-芒箕群落
样方 5	桃金娘-芒箕群落
样方 6	瓜-果-菜复合群落
样方 7	瓜-果-菜复合群落
样方 8	塘（涌）基植物群落
样方 9	鸡蛋花群落
样方 10	荔枝群落
样方 11	马尾松-石斑木-芒箕群落
样方 12	木荷-石斑木-芒箕群落
样方 13	荔枝群落
样方 14	木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落
样方 15	水稻群落

群落生物量的估算方法如下：

①生物量

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量，以 t/hm² 表示。

样方调查测定每棵树木的胸径和高度，然后利用下列方程对生物量进行估算：

a.常绿阔叶树

$$\text{树干 } W=0.000023324 (D^2H)^{0.9750}$$

$$\text{树枝 } W=0.000021428 (D^2H)^{0.906}$$

$$\text{树叶 } W=0.00001936 (D^2H)^{0.6779}$$

b.松树

$$\text{树干 } W=0.00004726 (D^2H)^{0.8865}$$

$$\text{树枝 } W=0.000001883 (D^2H)^{1.0677}$$

$$\text{树叶 } W=0.000000459 (D^2H)^{1.0968}$$

方程式中 W 为生物量 (t)，D 为树干的胸高直径 (cm)，H 为树高 (m)

地下部分的生物量按下列关系推算：

a.常绿阔叶树

$$\text{地下部分生物量}=\text{地上部生物量} \times 0.164$$

b.松树

地下部分生物量=地上部生物量*0.160

森林林下草本层和灌木层的生物量方程为:

$$Y_c=0.34604 (CH)^{0.93697}$$

$$Y_g=0.32899 (CH)^{0.9068}$$

其中 Y_c 和 Y_g 分别为单位面积草本层和灌木层生物量 (t/hm^2), H 为高度 (m), C 为盖度 (%)。

c.农作物

根据方精云等人的研究, 农作物生物量的计算公式为:

$$(1-\text{经济产量含水率}) \times \text{经济产量}$$

$$Y = \frac{\text{经济产量}}{\text{经济系数}}$$

主要农作物的经济系数和含水率取平均值, 见表 4.5-4。

表 4.5-4 主要农作物的经济系数及含水率

种类	经济系数	含水率%
稻谷	0.45	14.0
玉米	0.50	13.5
大豆	0.25	12.5
花生	0.45	9.0
蔬菜	0.26	90.0
其它作物	0.39	90.0

②净生产量

因为实地测定净生产量需要较长的时间, 本评价根据方精云等研究得到的各种植物群落的生物量和净生产量关系方程对净生产量进行推算。估算公式如下:

a.常绿阔叶树

$$1/Y=2.6151/X + 0.0471$$

b.马尾松及其他松树

$$Y=5.565X^{0.157}$$

c.疏林和灌木林

$$1/Y=1.27/X^{1.196}+0.056$$

式中: Y —净生产量($t/hm^2 \cdot a$)

X —生物量(t/hm^2)

d.草地

草地多数是一年生植物，在本评价中草地的净生产量与其生物量相等。

e.农作物

根据水稻是一年两生植物，在本评价中水稻的净生产量取其生物量的两倍，其他一年生的作物，其净生产量与其生物量相等。

(2) 植被覆盖度信息提取

本项目采用 2017 年美国陆地资源卫星 (Landsat 8) OLI 影像数据计算归一化植被指数 (NDVI)，并计算植被覆盖度。NDVI 可综合反映单位像元内的植被类型、覆盖形态、生长状况等，其大小受到植被的叶面积指数 (LAI) 和植被覆盖度等因素的影响。利用 NDVI 估算区域植被覆盖度时，在稀疏植被区或夹杂大量非光合作用植被 (比如干燥的灌木) 的区域会出现过高估计，但该方法总体效果不错。本项目采用“混合像元”等密度模型，假设每个像元的 NDVI 值是植被和裸地所对应 NDVI 值的加权和，其权重值是两种覆盖类型在像元中所占面积比，得到植被覆盖度 $V_{cor} = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$ 。其中，式中 NDVI 为利用遥感提取的像元实际代表的归一化植被指数值； $NDVI_s$ 和 $NDVI_v$ 分别是无植被覆盖和完全植被覆盖的纯像元 NDVI 归一化植被指数值，受众多因素影响，两者均随植被类型和植被时空分布的变化而变化。按照 0.5% 置信度提取 NDVI 的上下线值分别近似代表 $NDVI_v$ 和 $NDVI_s$ ，然后计算植被覆盖度。提取出植被覆盖度后，按照 0~20%、20~40%、40~60%、60~80% 和 80~100% 划分植被覆盖度等级，分析植被覆盖度 V_{cor} 代表的生态环境质量状况。

(3) 生态环境综合评价指数计算

采用 ENVI 5.1 和 Arc GIS 软件，利用 2017 年美国陆地资源卫星 (Landsat 8) OLI 和 TIRS 影像数据计算生态环境综合评价指数。目前可用的遥感指数较多，而指数的提取要求既要能科学地反映区域生态环境状况，又要简单易行，又要有利于区域之间的比较。根据区域和图像的特点，现根据实验过程的分析，本项目选取植被指数 (NDVI)、热度指数 (HOT)、湿度指数 (HUMIDITY)、土壤亮度指数 (BRIGHTNESS) 4 种与环境有关的指数。然后对这 4 个指标进行分析，确定影响植被生态的综合因素权重，建立植被生态评价模型，对其生态环境现状进行评价。

植被指数 (NDVI)：植被指数用来反映植被状况、植被覆盖、生物量等信息，是反映生态环境的重要指标。该指数对土壤背景的变化较为敏感，在很大程度上消除了地形和群落结构阴影的影响，并削弱了大气的干扰，因而大大扩展了对植被覆盖度的

监测灵敏度，常用来反映植被状况、植被覆盖、生物量等信息，是反映生态环境的重要指标，其计算公式为 $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ 。NDVI 值越高，植被覆盖越好。由于水面能吸收近红外波段（NIR），因此水面的 NDVI 值较低，结合土地利用图可以得 NDVI 值从大到小排列自然与人工植被>城镇与交通用地>水面。

热度指数（HOT）：热红外波段的遥感数据(10.6~11.2 μm)，对温度敏感，经辐射定标后，直接得到辐射温度，可以根据地物辐射响应的差异，反映不同的地类，因而 Landsat 8 第 10 波段图像数据可以作为温度的相对指标。故在本文中，以纠正后的 Landsat 8 第 10 波段作为热度指数。由于用的是晴天影像，城镇与交通用地的温度最高，其它两类用地的差异性不是很明显。

湿度指数（HUMIDITY）：缨帽变换（Kauth-Thomas，简称为 K-T 变换）的湿度指数，其具体算法为： $0.1509(TM2) + 0.1973(TM3) + 0.3279(TM4) + 0.3406(TM5) - 0.7112(TM6) - 0.4572(TM7)$ 。该波段可以较好地去除土壤对植物反射率的影响，所反映出来的水热状况更接近实际分布状况，可以对区域的水分状况有较详细的反映，经 ENVI 5.1 软件建模计算得到。这反映实际水分状况的分布，水面的湿度指数最大，自然与人工植被次之，城镇与交通用地最低。

土壤亮度指数（BRIGHTNESS）：缨帽变换亮度指数（BRIGHTNESS），其具体算法为： $0.3037(TM2) + 0.2739(TM3) + 0.4743(TM4) + 0.5585(TM5) + 0.5082(TM6) + 0.1863(TM7)$ 。土壤亮度指数代表总的反射比的差异，经 ENVI 5.1 软件建模计算得到。即低植被覆盖区的土壤亮度高于高植被覆盖区，反映了实际的土壤亮度情况。土壤亮度指数由高到低排列如下：城镇与交通用地>人工植被>水面。

生态环境综合评价指数模型的建立：由于上面 4 个指标与生态环境质量关系有正逆两种，且其算法也不同，不具备可比性，因此对评价指标需经过标准化处理，标准处理公式如 $a = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times 100$ 和如 $b = 100 - \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times 100$ 。式中 a，b 分别为与生态环境呈正相关的指标及与生态环境呈负相关指标；式中 X 为指标值， X_{min} 为指标最低阈值， X_{max} 为指标最高阈值。四个指标对生态环境的贡献率是不同的，确定“标准化”后的植被指数、热度指数、湿度指数、土壤亮度指数对生态环境影响的比重大致为 0.37、0.22、0.23 和 0.18，最终计算获得生态环境综合评价指数。

在 ENVI5.1 和 ArcGIS 软件支持下通过建模工具，利用上述生态环境综合评价模型计算生态综合得分，得分越大，生态环境越好，得分越小，生态环境越差。然后在

综合得分的基础上，结合实地考察的结果，确定生态环境综合评价指数分级标准。其中，当评价指数 <65 为生态环境处于较差状态， $65 \leq$ 评价指数 <72 表征生态环境为中等状态，评价指数 ≥ 72 表征生态环境为良好状态。

2、项目所在地常见植物

项目所在地现状调查植物名录详见附录 1。

3、项目所在地现存主要植物群落

(1) 尾叶桉-芒箕群落

群落高度 7.0m，盖度为 65%，群落的生物量和净生产量分别是 56hm^2 和 $10.7/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。

乔木层：高度为 7.0m，盖度为 50%，单一类型尾叶桉。

灌木层：高度为 0.8m，盖度为 5%，主要种类有土蜜树、鹅掌柴、银柴、野牡丹等。

草本层：高度为 0.3m，盖度为 10%，主要种类有芒箕、乌毛蕨和类芦等。

藤本：海金沙、玉叶金花和薇甘菊等。

表 4.5-5 尾叶桉-芒箕群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	尾叶桉	7.0	9	16
灌木层	2	野牡丹	0.6		2
	3	土蜜树	1.3		1
	4	鹅掌柴	0.8		1
	5	银柴	0.5		1
草本层	6	芒箕	0.5		
	7	乌毛蕨	0.8		
藤本	8	海金沙			
	9	玉叶金花			
	10	薇甘菊			

(2) 木荷-九节-芒箕群落

群落高度 6.0m，盖度为 75%，群落的生物量和净生产量分别是 $73\text{t}/\text{hm}^2$ 和 $12.1\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。

乔木层：高度为 6.0m，盖度为 60%，主要种类有：木荷、台湾相思、银柴、三叉苦、马尾松等。

灌木层：高度为 0.8m，盖度为 8%，主要种类有：九节、鹅掌柴、草珊瑚、粗叶榕、银柴、朱砂根等。

草本层：高度为 0.4m，盖度为 5%，主要种类为芒箕等。

藤本：菝葜、薜荔、酸藤子、玉叶金花等。

表 4.5-6 木荷-九节-芒箕群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	木荷	6.0	11-17	5
	2	台湾相思	6.0	13-15	3
	3	银柴	3.0	7	2
	4	三叉苦	2.5	6	2
	5	马尾松	5.0	11	1
灌木层	6	九节	0.8		5
	7	鹅掌柴	0.7		3
	8	草珊瑚	0.4		2
	9	粗叶榕	0.6		1
	10	银柴	0.5		1
	11	朱砂根	0.6		1
草本层	12	芒箕	0.3		
藤本	13	菝葜			
	14	薜荔			
	15	酸藤子			
	16	玉叶金花			

(3) 荔枝群落

群落高度 4.5m，盖度为 60%，群落的生物量和净生产量分别是 45t/hm² 和 9.5t/hm²·a。

乔木层：高度为 4.5m，盖度为 55%，主要种类有荔枝、鹅掌柴等。

灌木层：高度为 0.8m，盖度为 3%，主要种类有：九节、银柴、秤星树、黑面神、豺皮樟等。

草本层：高度为 0.3m，盖度为 2%，主要种类有海芋、半边旗等。

藤本：薜荔、薇甘菊等。

表 4.5-7 荔枝群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	荔枝	4.5	11-18	33
	2	鹅掌柴	3.0	6-7	2
灌木层	3	九节	0.8		5
	4	银柴	0.5		2
	5	秤星树	0.6		2
	6	黑面神	0.5		1
	7	豺皮樟	0.7		1
草本层	8	海芋	0.6		
	9	半边旗	0.3		
藤本	10	薜荔			
	11	薇甘菊			

(4) 马占相思-九节-芒箕群落

群落高度 8.5m，盖度为 70%，群落的生物量和净生产量分别是 86t/hm² 和 13.2t/hm²·a。

乔木层：高度为 8.5m，盖度为 55%，主要种类有马占相思、黄牛木、柠檬桉、木荷等。

灌木层：高度为 1.0m，盖度为 10%，主要种类有九节、鹅掌柴、秤星树、朱砂根、木荷、桃金娘等。

草本层：高度为 0.5m，盖度为 10%，主要种类有芒箕、乌毛蕨等。

藤本：玉叶金花、鸡血藤、菝葜、单面针、薇甘菊、薜荔、酸藤子等。

表 4.5-8 马占相思-九节-芒箕群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	马占相思	8.5	19-40	8
	2	黄牛木	2.5	7	2
	3	柠檬桉	7.0	11	1
	4	木荷	7.5	36	1
灌木层	5	九节	1.0		6
	6	鹅掌柴	0.8		3
	7	秤星树	0.9		2
	8	朱砂根	0.5		1
	9	木荷	0.6		1
	10	桃金娘	0.6		1
草本层	11	芒箕	0.5		
	12	乌毛蕨	0.7		
藤本	13	玉叶金花			
	14	鸡血藤			
	15	菝葜			
	16	单面针			
	17	薇甘菊			
	18	薜荔			
	19	酸藤子			

(5) 桃金娘-芒箕群落

群落高度 1.2m，盖度为 75%，群落的生物量和净生产量分别是 28t/hm² 和 11.6t/hm²·a。

乔木层零星分布有：马尾松、台湾相思、鹅掌柴等。

灌木层：高度为 1.2m，盖度为 65%，主要种类有：桃金娘、豺皮樟、梔子、野牡丹、九节

等。

草本层：高度为 0.4m，盖度为 10%，主要种类有芒箕、类芦、山菅兰等。

藤本：菝葜、寄生藤等。

表 4.5-9 桃金娘-芒箕群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
灌木层	1	桃金娘	1.2	2.5-3.5	8
	2	豺皮樟	1.0	3.0	3
	3	梔子	0.8	2.0	1
	4	野牡丹	1.1	0.8	1
	5	九节	0.9	1.0	1
草本层	6	芒箕	0.4		
	7	类芦	1.3		
	8	山菅兰	0.4		
藤本	9	菝葜			
	10	酸藤子			

(6~7) 瓜-果-菜复合群落

群落高度为 0.8m，盖度 75%，生物量为 10.8t/hm²，净生产量 21.6t/hm²·a。主要种类有火龙果、荷兰豆、土豆、辣椒、葱、蒜、芥菜、生菜、白菜、油麦菜、卷心菜等。

(8) 塘（涌）基植物群落

群落为草本群落，高度 0.3m，盖度为 10%，群落的生物量和净生产量分别是 3.48t/hm² 和 3.48t/hm²·a。草本主要种类有白花鬼针草、芦苇等，偶见乔木有苦楝、番石榴等，藤本偶见薇甘菊。

(9) 鸡蛋花群落

群落高度为 2.0m，盖度 65%，生物量为 32t/hm²，净生产量 8.3t/hm²·a。

乔木层：高度为 2.0m，盖度为 55%，单一种类鸡蛋花。

灌木零星分布有阴香、潺槁树等。

草本层：高度为 0.3m，盖度为 10%，主要种类有白花鬼针草、飞蓬等。

表 4.5-10 鸡蛋花群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	鸡蛋花	2.0	10	12
草本层	2	白花鬼针草	0.3		
	3	飞蓬	0.2		

11、马尾松-石斑木-芒箕群落

群落高度 3.0m，盖度为 60%，群落的生物量和净生产量分别是 $36\text{t}/\text{hm}^2$ 和 $9.8\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ 。

乔木层：高度为 3.0m，盖度为 55%，单一类型马尾松。

灌木层：高度为 0.4m，盖度为 8%，主要种类有：石斑木、桃金娘、野牡丹、米碎花、木荷等。

草本层：高度为 0.3m，盖度为 5%，主要种类有芒箕、类芦等。

藤本：寄生藤、菝葜等。

表 4.5-11 马尾松-石斑木-芒箕群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	马尾松	3.0	5-22	35
灌木层	2	石斑木	0.3	0.7	5
	3	桃金娘	0.5	1.0	4
	4	野牡丹	0.4	0.8	2
	5	米碎花	0.2	0.3	1
	6	木荷	0.5	1.0	1
草本层	7	芒箕	0.3		
	8	类芦	0.8		
藤本	9	寄生藤			
	10	菝葜			

(12) 木荷-石斑木-芒箕群落

群落高度 6.0m，盖度为 75%，群落的生物量和净生产量分别是 33t/hm² 和 7.9t/hm²·a。

乔木层：高度为 6.0m，盖度为 60%，主要种类有：木荷、枫香、马占相思、樟等。

灌木层：高度为 0.8m，盖度为 8%，主要种类有：粗叶榕、排钱草、猪屎豆、山黄麻、潺槁树、盐肤木、葫芦茶、野牡丹、桃金娘、银柴、三叉苦、赛葵、马缨丹、秤星树、黑面神、山鸡椒、白背叶等。

草本层：高度为 0.8m，盖度为 10%，单一种类芒箕。

藤本：海金沙。

表 4.5-12 木荷-石斑木-芒箕群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	木荷	6.0	12	20
	2	枫香	5.0	8	3
	3	马占相思	7.0	10-29	2
	4	樟	3.5	6	1
灌木层	5	石斑木	0.8	0.6-1.0	3
	6	九节	0.8	0.8	1
	7	秤星树	0.7	0.5	1
	8	木荷	0.5	0.5	1
	9	杨桐	0.6	0.5	1
草本层	10	芒箕	0.8		
藤本	11	海金沙			

(13) 木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落

群落高度 8.0m，盖度为 60%，群落的生物量和净生产量分别是 83t/hm² 和 11.1t/hm²·a。

乔木层：高度为 8.0m，盖度为 55%，主要种类有：木麻黄、潺槁树、土密树等。

灌木层：高度为 1.2m，盖度为 3%，主要种类有：九节、酒饼筋、潺槁树、银柴等。

草本层：高度为 0.3m，盖度为 3%，主要种类有白花鬼针草、球米草等。

藤本：粪箕笃、菝葜、紫玉盘、络石、薇甘菊等。

表 4.5-13 木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落

结构层	序号	物种	高度 (m)	胸径 (cm)	数量 (株)
乔木层	1	木麻黄	8.0	13-35	10
	2	潺槁树	5.0	8	1
	3	土密树	7.0	10-29	1
灌木层	4	九节	1.2	1.0	3
	5	酒饼筋	1.5	0.8	3
	6	潺槁树	0.9	0.3	3
	7	银柴	1.0	0.4	1
草本层	8	白花鬼针草	0.4		
	9	球米草	0.2		
藤本	10	粪箕笃			
	11	菝葜			
	12	紫玉盘			
	13	络石			
	14	薇甘菊			

(14) 水稻群落

群落高度为 0.3m，盖度 85%，生物量为 8.98t/hm²，净生产量 17.96t/hm²·a。单一
种类水稻。

项目所在地现状调查植物群落分布见图 5.4-2，群落照片详见附录 2。

表 4.5-14 主要植物群落结构

群落名称	群落		乔木层		灌木层		草本层	
	高度 (m)	盖度 (%)	高度 (m)	盖度 (%)	高度 (m)	盖度 (%)	高度 (m)	盖度 (%)
尾叶桉-芒箕群落	7.0	65	7.0	50	0.8	5	0.3	10
木荷-九节-芒箕群落	6.0	75	6.0	60	0.8	8	0.4	5
荔枝群落	4.5	60	4.5	55	0.8	3	0.3	2
马占相思-九节-芒箕群落	8.5	70	8.5	55	1.0	10	0.5	10
桃金娘-芒箕群落	1.2	75	-	-	1.2	65	0.4	10
瓜-菜复合群落	0.8	75	-	-	-	-	0.8	75
塘(涌)基植物群落	0.3	10	-	-	-	-	0.3	10

鸡蛋花群落	2.0	65	2.0	55	-	-	0.3	10
马尾松-石斑木-芒箕群落	3.0	60	3.0	55	0.4	8	0.3	5
木荷-石斑木-芒箕群落	6.0	75	6.0	60	0.8	8	0.8	10
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	8.0	60	8.0	55	1.2	3	0.3	3
水稻群落	0.3	85	-	-	-	-	0.3	85

表 4.5-15 主要植物群落的生物量和净生产量

群 落	生物量 (t/hm ²)	净生产量 (t/hm ² .a)
尾叶桉-芒箕群落	56	10.7
木荷-九节-芒箕群落	73	12.1
荔枝群落	45	9.5
马占相思-九节-芒箕群落	86	13.2
桃金娘-芒箕群落	28	11.6
瓜-菜复合群落	10.8	21.6
塘（涌）基植物群落	3.48	3.48
鸡蛋花群落	32	8.3
马尾松-石斑木-芒箕群落	36	9.8
木荷-石斑木-芒箕群落	33	7.9
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	83	11.1
水稻群落	8.98	17.96





表 4.5-16 主要植物群落的物种量






群 落	乔木	灌木	草本	藤本植物
尾叶桉-芒箕群落	1	4	2	3
木荷-九节-芒箕群落	5	6	1	4
荔枝群落	2	5	2	2
马占相思-九节-芒箕群落	4	6	2	7
桃金娘-芒箕群落	-	5	3	2
瓜-菜复合群落	-	-	10	1
塘（涌）基植物群落	2	-	2	1
鸡蛋花群落	1	2	2	-
马尾松-石斑木-芒箕群落	1	5	2	2
木荷-石斑木-芒箕群落	4	5	1	1
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	3	4	2	5
水稻群落	-	-	1	-






4、项目所在地古树

在野外调查过程中，我们在多处遇到古树，目前均生长良好，这些古树和古树后续资源均不在作业带范围内，但应严格保护古树名木、古树后续资源等树木，禁止擅自砍伐树木，禁止擅自迁移树木；建议在施工过程中通过明显标识等方法对其加以保护。

表 4.5-17 古树情况一览表

序号	物种	树龄	现状
1	细叶榕	300	
2	秋枫	130	
3	橄榄	103	
4	细叶榕	100	

序号	物种	树龄	现状
5	细叶榕	100	
6	细叶榕	120	
7	细叶榕	100	
8	滇糙叶树	100	
9	细叶榕		

序号	物种	树龄	现状
10	细叶榕		
11	细叶榕	150	
12	细叶榕		
13	细叶榕	120	
14	细叶榕		

5、评价区域的植被覆盖度现状

项目评价区内林地和园地占比相对较大，因而评价区内植被覆盖度处于中等水平，植被覆盖度大于 80%的面积占比为 39.34%，而植被覆盖度为 60~80%的面积占比为 24.75%，植被覆盖度<60%的面积占比 35.91%，评价区植被覆盖情况详见表 4.5-18。

表 4.5-18 项目评价区域的植被覆盖度

植被覆盖度等级	所占面积 (ha)	面积比例 (%)
0~20%	569.54	5.77
20~40%	980.32	9.93
40~60%	1993.78	20.21
60~80%	2442.13	24.75
80~100%	3882.77	39.34
合计	9868.54	100

4.7.1.3 陆生植被生态环境质量现状评价

1、生态环境评价的原则和方法

绿色植物的生物量是生态系统物流和能流的基础，它是生态系统最重要的特征和最本质的标志。此外，生态环境的稳定性与生物种类的多样性成正相关，生物种类的多样性是生物充分利用环境的最好标志。因此，在本评价中，我们用植物的生物量、物种量作为生态环境评价的基本参数。

(1) 植物生物量及其标定相对生物量

广东南亚热带原生植被的生物量是比较均一的，但现存植被的生物量变幅较大。据研究，目前地带性植被南亚热带常绿阔叶林植物生物量的最大值约为 400 t/hm²。本评价以此值作为最高一级植物生物量及标定生物量，并将植物生物量划分为六级，每一级生物量与标定生物量的比值为标定相对生物量。

$$Ba = Bi/Bmax$$

Ba——标定相对生物量；

Bi——生物量 (t/hm²)；

Bmax——标定生物量 (t/hm²)；

Ba 值越大，则环境越好。

表 4.5-19 广东南亚热带各级植被的生物量及标定相对生物量

级别	生物量(t/hm ²)	标定相对生物量
I	≥400	≥1.00
II	400-300	1.00-0.75
III	300-200	0.75-0.50
IV	200-100	0.50-0.25
Va	100-40	0.25-0.10
Vb	<40	<0.10

(2) 植物净生产量及其相对净生产

植物净生产量是植物光合作用所产生的有机物质的总量减去植物本身呼吸消耗所剩余的量。植物的净生产量与植被对碳、氧平衡和污染物的净化能力直接相关。因此植物净生产量的大小与区域生态环境有密切的关系。根据目前对地带性植被南亚热带常绿阔叶林的研究，其净生产量的最大值约为 25t/hm².a 左右。因此，以此值作为最高一级净生产量及标定生产量，并将净生产量划分为六级，每一级生产量与标定净生产量的比值为标定相对净生产量。

$$Pa = Pi / Pmax$$

Pa----标定相对净生产量

Pi----净生产量(t/hm².a)

Pmax----标定净生产量(t/hm².a)

Pa 值增大，则环境质量变好。

表 4.5-20 广东南亚热带各级植被的净生产量及其标定相对净生产量

级别	净生产量	标定相对净生产量
I	≥25	≥1.00
II	25-20	1.00-0.80
III	20-15	0.80-0.60
IV	15-10	0.60-0.40
Va	10-5	0.40-0.20
Vb	<5	<0.20

(3) 植物物种量及其标定相对物种量

要确定所有植物的物种量还比较困难，本评价只考虑生态环境中起主导作用的维管束植物的物种量。因为物种量的调查一般在样方中进行，样方面积通常为 1000 m² 左右，所以本评价以样方 1000 m² 中的物种数作为指标。据研究，南亚热带常绿阔叶林 1000 m² 样方中的物种数最大值超过 100 种。本评价以 100 种/1000 m² 为最高一级物种量及标定物种量。

$$Sa = Si / Smax$$

Sa——标定物种量；

Si——物种量（种/1000m²）；

Smax——标定物种量（100 种/1000m²）；

Sa 值越大，则环境质量越好。

表 4.5-21 广东南亚热带各级植被的物种量及标定相对物种量

级别	物种量(种/1000m ²)	标定相对物种量
I	≥100	≥1.00
II	100~75	1.00~0.75
III	75~50	0.75~0.50
IV	50~25	0.50~0.25
Va	25~10	0.25~0.10
Vb	<10	<0.10

(4) 生态环境质量综合评价指数

生产量、生物量和物种量是环境生态学评价的三个重要生物学参数，它们的综合在很大程度上反映了环境质量的变化。因此，本评价选择以上 3 个要素，制定本项目生态环境影响评价指数及其分级。

表 4.5-22 生态环境质量综合评价指数及其分布

级别	标定相对生物量 (1)	标定相对净生产量 (2)	标定相对物种量 (3)	生态环境质量综合指数 (1) + (2) + (3)
I	≥1.00	≥1.00	≥1.00	≥3.00
II	1.00-0.75	1.00-0.80	1.00-0.80	3.00-2.35
III	0.75-0.50	0.80-0.60	0.80-0.60	2.35-1.70
IV	0.50-0.25	0.60-0.40	0.60-0.40	1.70-1.05
Va	0.25-0.10	0.40-0.20	0.40-0.20	1.05-0.50
Vb	<0.10	<0.20	<0.20	<0.50

2、植被生态环境质量综合评价

本评价范围的植物群落主要有马尾松+木荷+马占相思-芒箕群落、尾叶桉-芒箕群落、尾叶桉-茶群落、马尾松-茶群落、窿缘桉+楹-芒箕群落、果园群落、芭蕉群落、苗圃群落、水稻群落、瓜-菜复合群落、塘（涌）基植物群落和水稻群落等。在 12 个群落中，各有 4 个群落的乔木和灌木不成层，以及 2 个群落无藤本植物。

(1) 生物量及其标定相对生物量评价

12 个植物群落的生物量变化从 3.48t/hm² 到 86t/hm²，与南亚热带演替顶极群落的生物量相比，其值相对较小。根据前面的评价指标，本项目沿线群落有 5 个群落为 Va

级，7个群落为Vb级。所有12个群落都属于评价等级比较低的级别，可见项目所在地现状植被控制环境质量和改造环境的能力较弱。

表 4.5-23 主要植物群落标定相对生物量及其级别

群落	生物量 (t/hm ²)	标定相对生物量	级别
尾叶桉-芒箕群落	56	0.14	Va
木荷-九节-芒箕群落	73	0.183	Va
荔枝群落	45	0.113	Va
马占相思-九节-芒箕群落	86	0.215	Va
桃金娘-芒箕群落	28	0.07	Vb
瓜-菜复合群落	10.8	0.027	Vb
塘(涌)基植物群落	3.48	0.009	Vb
鸡蛋花群落	32	0.08	Vb
马尾松-石斑木-芒箕群落	36	0.09	Vb
木荷-石斑木-芒箕群落	33	0.083	Vb
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	83	0.208	Va
水稻群落	8.98	0.022	Vb

(2) 植物净生产量及其相对净生产量评价

南亚热带植物生长迅速，但不同的植物群落以及处于演替不同阶段和群落所处的生境条件差异，都会影响到植物群落的净生产量。根据调查和估算，项目所在地12个植物群落净生产量变化范围为3.48~17.96t/hm²·a，其中分别有1个群落为II级和III级，IV级的群落6个，3个群落为Va级和1个群落为Vb级。总体而言，评价区域主要植物群落的净生产量相对尚好，说明只要措施适当，在该区域进行植被恢复是十分有利的。

表 4.5-24 主要植物群落标定相对净生产量及其级别

群落	净生产量 (t/hm ² ·a)	标定相对净生产量	级别
尾叶桉-芒箕群落	10.7	0.428	IV
木荷-九节-芒箕群落	12.1	0.484	IV
荔枝群落	9.5	0.38	Va
马占相思-九节-芒箕群落	13.2	0.528	IV
桃金娘-芒箕群落	11.6	0.464	IV
瓜-菜复合群落	21.6	0.864	II
塘(涌)基植物群落	3.48	0.139	Vb
鸡蛋花群落	8.3	0.332	Va
马尾松-石斑木-芒箕群落	9.8	0.392	Va
木荷-石斑木-芒箕群落	11.3	0.452	IV
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	12.7	0.508	IV
水稻群落	17.96	0.718	III

(3) 植物物种量及其相对物种量评价

生物种类成分的多样性与群落稳定性是一致的，如果不注意物种保护，则区域生态系统的稳定性受到威胁。因此，物种数量也是生态环境评价的重要生物学参数。根据调查，项目区域的 12 个植物群落中，物种数量变化从 1 种/1000m² 到 19 种/1000m²。在各植物群落中，其中，Va 级的 9 个和 Vb 级的 3 个。群落的物种量在南亚热带地区处于中下水平。

表 4.5-25 主要植物群落标定相对物种量及其级别

群落	物种量	标定相对物种量	级别
尾叶桉-芒箕群落	10	0.1	Va
木荷-九节-芒箕群落	16	0.16	Va
荔枝群落	11	0.11	Va
马占相思-九节-芒箕群落	19	0.19	Va
桃金娘-芒箕群落	10	0.1	Va
瓜-菜复合群落	11	0.11	Va
塘（涌）基植物群落	5	0.05	Vb
鸡蛋花群落	5	0.05	Vb
马尾松-石斑木-芒箕群落	10	0.1	Va
木荷-石斑木-芒箕群落	11	0.11	Va
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	14	0.14	Va
水稻群落	1	0.01	Vb

(5) 生态环境质量综合指数评价

前面用生物量、净生产量和物种量对植物群落进行评价，可反映区域不同侧面的生态环境。由于 3 个参数具有互补性，将其综合可较全面反映评价区域的生态环境质量状况。本评价将群落的标定相对生物量、标定相对净生产量、标定相对物种量相加，得到生态环境质量综合指数。

生态环境质量综合指数表明，10 个群落 Va 级，2 个群落为 Vb 级，即项目所在地的生态环境质量尚可。

表 4.5-26 主要植物群落生态环境质量综合指数及其级别

群落	标定相对生物量 (1)	标定相对净生产量 (2)	标定相对物种量 (3)	生态环境质量综合指数 (1) + (2) + (3)	等级
尾叶桉-芒箕群落	0.14	0.428	0.1	0.668	Va
木荷-九节-芒箕群落	0.183	0.484	0.16	0.827	Va
荔枝群落	0.113	0.38	0.11	0.603	Va
马占相思-九节-芒箕群落	0.215	0.528	0.19	0.933	Va

桃金娘-芒箕群落	0.07	0.464	0.1	0.634	Va
瓜-菜复合群落	0.027	0.864	0.11	1.001	Va
塘(涌)基植物群落	0.009	0.139	0.05	0.198	Vb
鸡蛋花群落	0.08	0.332	0.05	0.462	Vb
马尾松-石斑木-芒箕群落	0.09	0.392	0.1	0.582	Va
木荷-石斑木-芒箕群落	0.083	0.452	0.11	0.645	Va
木麻黄-潺槁树+九节-白花鬼针草群落	0.208	0.508	0.14	0.856	Va
水稻群落	0.022	0.718	0.01	0.751	Va

利用生态环境综合评价模型计算生态综合得分，得分越大，生态环境越好，得分越小，生态环境越差。然后在综合得分的基础上，结合实地考察的结果，确定生态环境综合评价指数等级，详见表 4.5-27。结果表明：管道沿线综合评价指数处于中等和良好状态的面积占据 88.88%；其中，评价区内处于良好状态的面积占比达到 68.87%，中等状态的占 20.01%；与此同时，较差状态的仅占 11.12%。

表 4.5-27 评价区域生态环境综合评价结果

生态环境综合评价指数值	所占面积 (ha)	面积比例 (%)
较差状态：评价指数值 < 66	365.28	11.12
中等状态：66 ≤ 评价指数值 < 70	1974.99	20.01
良好状态：评价指数值 ≥ 70	6797.77	68.87
合计	9868.54	100

4.7.1.4 陆生动物资源现状及评价

查阅该区域动物文献资料，对项目地的动物资源进行现场调查，通过样线法记录所见到的动物。

1、主要动物种类

(1) 哺乳类

现存数量较多的哺乳类动物有黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)、小家鼠(*Mus musculus*)、大臭鼩(*Suncus murinus*)和东亚伏翼(*Pipistrolus abramus*)等。

(2) 鸟类

常见的种类有八哥 (*Acridotheres cristatellus*)、矶鹬 (*Actitis hypoleucos*)、大白鹭 (*Ardea alba*)、池鹭 (*Ardeola bacchus*)、牛背鹭 (*Bubulcus ibis*)、大嘴乌鸦 (*Corvus macrorhynchos*)、鹊鸂 (*Copsychus saularis*)、白胸翡翠 (*Halcyon smyrnensis*)、棕背伯劳 (*Lanius schach*)、黑鸢 (*Milvus migrans*)、白鹡鸰(*Motacilla alba*)、喜鹊 (*Pica pica*)、白喉红臀鹎(*Pycnonotus aurigaster*)、红耳鹎(*Pycnonotus jocosus*)、珠颈斑鸠(*Streptopelia*

chinensis)、黑领椋鸟 (*Sturnus nigricollis*)、乌鸫 (*Turdus merula*) 等, 此外还有如鸡 (*Gallus*)、鸭 (*Anatinae*)、鹅 (*Geese*) 等家禽。

(3) 两栖类、爬行类

常见种类主要有滑鼠蛇 (*Ptyas mucosus*)、蜥蜴 (*Polypedates megacephalus*)、壁虎 (*Gekko chinensis*)、沼蛙 (*Rana guentheri*)、花姬蛙 (*Microhyla pulchra*)、石龙子 (*Eumeces chinensis*)、蟾蜍 (*Bufo melanostictus*) 和青蛙 (*Rana rugulosa*) 等。

(4) 昆虫类

主要种类有蜜蜂 (*Apis mellifera*)、小蜂 (*Brachymeria odsurata*)、非洲蝼蛄 (*Gryllotalpidae africana*)、蜻蜓 (*Aeschna melanictera*)、蝉 (*Cryptotympana atra*)、车蝗 (*Gastrimaegus marmoratus*)、蟋蟀 (*Gryllulus species*)、美洲大蜚蠊 (*Periplaneta americana*)、德国小蠊 (*Battella germanica*)、大螳螂 (*Hierodula species*)、大刀螳 (*Tenodera aridifolia*)、黄翅大白蚁 (*Macrotermes formosanus*)、斑点黑蝉 (*Gaeana maculata*)、红斑沫蝉 (*Cosmocarta abdominalis*)、七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata*)、荔枝蝽 (*Tessarotoma papillosa*)、稻绿蝽 (*Nezara Viridula*)、曲胫缘蝽 (*Mictis tenebrosa*)、鹿蛾 (*Amata germana*)、小眉眼蝶 (*Mycalesis mineus*)、青凤蝶 (*Graphium sarpedon*)、巴黎翠凤蝶 (*Achillides paris*)、斑凤蝶 (*Chilasa clytia*)、碧凤蝶 (*Achillides epycides*)、玉带凤蝶 (*Papilio memnon*)、玄珠带蛱蝶 (*Athyma perius*)、波蛱蝶 (*Ariadne ariadne*)、波纹眼蛱蝶 (*Junonia atlites*)、新月带蛱蝶 (*Athyma selenophora*)、黄斑大蚊 (*Ctenophora flavibasis*)、致倦库蚊 (*Culex fatigans*)、家蝇 (*Musca domestica*)、龙虱 (*Cybister tripunctatus*)、金龟子 (*Anomala cupripes*) 等。

2、动物现状评价

在长期和频繁的人类活动下, 项目区域对土地资源的利用已达到很高的程度, 除了人工饲养的家禽比较常见外, 野生脊椎动物(哺乳类、鸟类、鱼类、两栖类、爬行类)的种类和数量较少。此次调查没有发现大型的野生动物, 也没有陆生野生动物保护区。

4.7.1.5 景观现状及评价

1、沿线景观

项目所经区域沿线景观主要有林地景观、农业景观和村落(城镇)景观。

(1) 林地景观

林地景观主要分布于项目沿线的低丘和村落的后山区域, 由于剧烈的人为干扰, 原生林已经不复存在, 而以人工林为主。

（2）农业景观

项目沿线的农业景观主要表现为农田、园地和鱼塘交错分布。

（3）村落（城镇）景观

村落（城镇）景观主要以村落、城镇居住区、工厂及道路为主。由于建筑物的阻隔，视野较狭窄。道路绿化带的植被类型主要有乔-灌-草结构或乔-草结构，不同地段存在差异；村落则主要在房前屋后种植乔木，多数是各种果树，水稻-瓜菜地围绕村落分布。目前乔木郁闭度不高，所起到的生态系统服务功能有限。

2、评价区域的景观格局

利用 Fragstat 4.2 计算得到的景观格局指数详见表 5.4-29，景观类型图详见图 5.4-9。从不同类型斑块面积占比（PLAND%）看，评价区内以林地景观为主导，其次为农田园地，占比均超过 15%；受人类活动影响较大的农田和建设用地区块密度 PD 较高，破碎化程度高，而自然与半自然景观比如园地和林地斑块密度 PD 相对较小，破碎化水平较低，景观完整性较好，而水域斑块较固定；从最大斑块占景观面积比例（LPI）和平均斑块面积（AREA_MN）来看，均按林地>园地>农田>建设用地>水域及湿地，均表明评价范围内占主导地位景观类型比如林地和农田的最大斑块面积和平均斑块面积均较大，人类活动影响较小林地保持相对完整，而人类农业耕作的影响也扩大了耕地的面积，使耕地更易连接成片；景观形状指标（LSI）园地>农田>建设用地>林地>水域及湿地，表明由于人类活动影响不断增强，导致人为的切割作用（比如线性切割）导致林地等自然生态用地形状趋于简单化。

4.7.2 海域生态环境现状调查和评价

本次海域生态环境现状调查和评价收集了厦门大学于 2020 年 9~11 月（秋季）和 2021 年 3~4 月（春季）在大亚湾海域进行的海洋生态环境现状调查资料。

4.7.2.1 调查时间、站点和调查方法

（1）调查单位、调查时间

厦门大学于 2020 年 9~11 月（秋季）和 2021 年 3~4 月（春季）在大亚湾海域进行的海洋生态环境现状调查。

（2）调查站位

调查站位布设：秋季调查叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物等均布设 42 个站位，春季调查叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物等均布设 44 个站位，秋季和春季调查鱼卵、仔稚鱼均布设 18 个站位；秋季和春季调查游泳动物均布设 15 个调查站位，见表 3.20、图 3.29；秋季和春季调查潮间带底栖生物布设 18 个监测断面，本报告选取项目区附近的 C1、C2、C18 进行分析，见图 4.7-10。

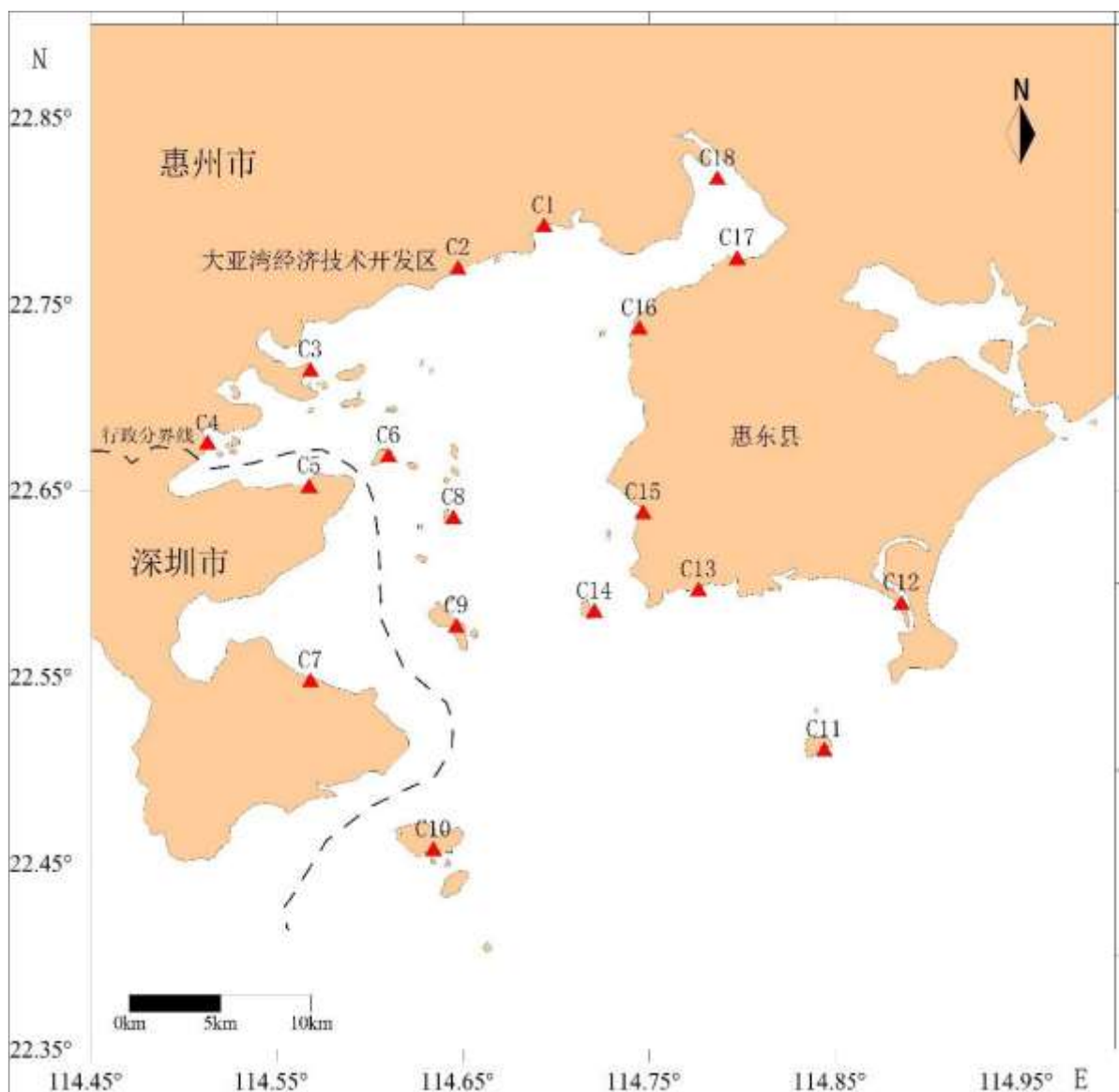


图 4.7-10 大亚湾海域潮间带调查站位图

(3) 调查方法

①叶绿素 a

叶绿素调查取表层水样，采用分光光度法测定。

②浮游植物

于表、底层各采集 1000mL，保存于 1000mL 白色塑料大口瓶中，用鲁哥氏液固定，加入鲁哥氏液的量为 10~15mL，避光保存。固定后的样品带回实验室后静置 24h，充分沉淀后，用虹吸管慢慢吸去上清液，至留下含沉淀物的水样 50mL，放入 50ml 的离心管中浓缩，混合各水层浓缩后的样品，采用显微镜进行物种鉴定和计数。分析浮游植物种类组成和数量分布，以及优势度、多样性均匀度等生态学参数物特征。

③浮游动物

用浅水 I 型浮游生物网距海底约 2m 至表层垂直拖网进行采集，网口系流量计，每站垂直拖曳 1 网，所采样品用 5%的福尔马林溶液固定，带回实验室，挑去杂物后，以湿重法称取浮游动物生物量，再用解剖镜进行镜检分类鉴定和计数。分析浮游动物种类组成和数量分布，以及优势度、多样性均匀度等生态学参数物特征。

④潮下带底栖生物

各站位分布使用抓斗式采泥器（开口面积为 0.05m²）采样，每站采 4 斗泥，经 0.5mm 筛网筛洗挑出生物样品，现场分选采用孔径为 0.5mm 筛网，每斗采泥器样品分开装瓶。带回实验室的大型底栖动物样品进行分离和分选（筛网孔径同样为 0.5mm），在解剖镜下进行镜检，鉴定种类、计数、称重（感量精度为 0.0001g 的电子天平）。所有定量标本经分选后，在解剖镜下进行鉴定。

样品采集、保存和分析方法分别根据《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）中的相关规定进行。

⑤潮间带底栖生物

砂质和泥质潮间带大型底栖生物定量调查时按高、中、低三个潮位，在每个潮位定量采用 25cm×25cm 的正方形采样框直线采集 5 个样框，每个样框分别装瓶。采集时，先拾取底表上的生物，再挖取沙至 30cm 深处，用孔径 0.5mm 的筛网过滤大型底栖生物。采集的沉积物样品装入红色塑料袋里，带到水塘或水凹处淘洗，采用筛网的孔径为 0.5mm。将每个取样框分选获得的样品转移到塑料瓶内，用 5%甲醛固定保存样品并带回实验室进行室内分析。岩礁断面在每个潮位定量采用 25cm×25cm 或 10cm×10cm（根据大型底栖生物栖息密度多寡而定，栖息密度低的用前者，多的用后者）的正方形采样框随机采集 5 个样框，将框内表面所有大型底栖生物刮入脸盆内，然后装入标本瓶，用 5%甲醛固定保存样品并带回实验室进行室内分析。带回实验室的大型底栖动物样品再次进行分选(筛网孔径为 0.5mm)，在解剖镜下进行镜检，鉴定种类、计数、称重(感量精度为 0.0001g 的电子天平)。混合底质潮间带（砾石加泥沙滩）同时采用沙滩和岩石岸方法进行采样。无论是沙滩还是岩礁潮间带，均在采样区域进行定性采集。

样品的处理、分析鉴定及数据处理等按照《海洋监测规范》(GB17378.7-2007)的要求进行。

⑥鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼采用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，网长 145cm，孔径 0.505mm）进行垂直拖网和水平拖网，水平拖网 10min。样品用 5%的福尔马林溶液现场固定，在

实验室内进行鱼卵和仔稚鱼的挑选、分类鉴定和计数。

⑦游泳动物

2020年秋季和2021年春季调查均租用“粤海渔11167”号底层拖网渔船进行调查,核定功率176.5kw,船重83t,船总长17.65m,船宽5.9m。网具网口宽度为2.8m,网长4.8m,网口网目为4.0cm,囊网网目为2.0cm。拖网时间根据实际情况进行调整(如海面状况、海底地形等),每个站位2网,每网有效拖网时间控制为30分钟左右(实际操作28~36分钟不等),拖网平均拖速为2.8~4.1节。

各种类渔获生物样品中挑选代表性样品用清水冲洗干净,以自然伸展的状态摆放在固定箱中,急冻带回实验室进一步分类鉴定,并给样本拍照。

4.6.2.2 计算方法

(1) (1) 初级生产力

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

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

式中:P为初级生产力(mgC/m²·d);C_a为表层叶绿素a含量(mg/m³);Q为同化系数(mg·C/(mgChl-a·h)),本报告取3.42;L为真光层的深度(m),取透明度的3倍,若水深小于透明度的3倍,真光层深度取水深;t为白昼时间(h),取10.5h。

(2) 生物参数

生物物种多样性指数(H')、均匀度(J)、丰度指数(d)和优势度(D₂)分别采用以下计算公式:

$$\text{种类多样性指数 } H' = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 (n_i/N) \quad (\text{Shannon-Wiener, 1963})$$

$$\text{均匀度指数 } J = H' / \log_2 S \quad (\text{Pielou, 1966})$$

$$\text{丰度指数 } d = (S-1) / \log_2 N \quad (\text{Margalef, 1958})$$

$$\text{优势度 } D_2 = (N_1 + N_2) / NT$$

式中:n_i为第i个样品的个体数,N为样品的总个体数,S为样品中物种总数;优势度计算公式中,N₁为样品中第一优势种的个数,N₂为样品中第二优势种的个数,NT为样品的总个体数。

4.6.2.3 叶绿素a和初级生产力

(1) 2020年秋季

2020年秋季调查海域表层叶绿素a含量变化范围为0.44~18.80μg/L,平均值为2.76μg/L,最大值在8站,最小值在28站。

初级生产力范围为 58.23~911.4mgC/(m²·d)，平均为 250.9mgC/(m²·d)，最大值出现在 8 号站，最小值出现在 36 号站。除淡澳河口、澳头港水域的初级生产力偏高外，其余水域均较低，且波动较小，在范和港、大亚湾核电基地-马鞭洲-桑洲之间海域、海龟湾海域初级生产力较低。

(2) 2021 年春季

2021 年春季调查海域表层叶绿素 a 含量变化范围为 0.68~7.04 μg/L，平均值为 2.32 μg/L，最大值在 3 站，最小值在 63 站。

初级生产力范围为 73.3~745.8mgC/(m²·d)，平均为 289.1mgC/(m²·d)，最大值出现在 3 号站，最小值出现在 63 号站。初级生产力分布与叶绿素 a 分布基本一致，初级生产力由湾顶向湾口逐渐降低。

4.6.2.4 浮游植物

(1) 2020 年秋季

① 种类组成

2020 年秋季大亚湾海域共鉴定出浮游植物 9 门 68 属 131 种(类)。其中，硅藻门种类数最多，为 43 属 94 种，占总种类数的 72.5%；甲藻门种类数次之，出现 17 属 29 种，占总种类数的 22.1%；此外，还检出金藻门 2 属 2 种，蓝藻门、黄藻门、绿藻门、隐藻门、裸藻门和定鞭藻门均为 1 属 1 种。角毛藻属(15 种)、根管藻属(7 种)、斜纹藻属(7 种)和圆筛藻属(6 种)出现种类较多。

调查站位的浮游植物种类数变化范围为 29~49 种，平均 39 种。鹅洲北部海域种类数最多，许州-马鞭洲-巽寮港东西带状海域种类最少。平面分布大体呈现湾中部低，湾顶及湾口海域高的平面分布趋势。

③ 优势种

秋季调查海域共确定条纹几内亚藻(*Guinardia striata*)、柔弱拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia delicatissima*)、尖刺拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)、丹麦细柱藻(*Leptocylindrus danicus*)、菱形海线藻、(*Thalassionema nitzschioides*)、螺旋环沟藻(*Gyrodinium spirale*)、隐藻属(*Cryptomonas sp.*)、海洋卡盾藻(*Chattonella marina*)、并基角毛藻(*Chaetoceros decipiens*)和笔尖形根管藻(*Rhizosolenia styliformis*)等共计 10 种优势种，其中硅藻 7 种、甲藻 2 种、隐藻 1 种。其优势度范围在 0.02~0.1 之间，第一优势种为条纹几内亚藻；平均丰度范围在 4.41~17.35×10⁶cell/m³，这 10 个优势种的总丰度占该海域浮游植物总丰度的 70.6%；出现频率范围在 78.6%~100%之间，出现频率均较高。除笔尖形根管藻外，大亚湾浮游植物优势种大多在湾顶西北部许洲岛

附近有集中分布，且整体呈现出西部丰度明显高于东部的趋势。

③丰度

调查期间大亚湾海域浮游植物的丰度为 $39.50 \times 10^6 \sim 545.50 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ ，变化范围较大，平均丰度为 $173.2 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。最高丰度出现在许洲岛附近，最低丰度出现在惠东县南部湾口区域。丰度组成以硅藻占优势，各站位平均占比为 80.6%，占比最低的是哑铃湾东部区域，为 19.9%，占比最高的是湾口中部区域，为 99.1%。甲藻次之，各站位平均占比为 12.9%，占比最低的是惠东县西南方向的湾口区域，为 0.6%，占比最高的是许洲岛西南方向的区域，为 69%。其余藻类在各站位占比很少，占总丰度的平均百分比总和为 6.5%。

高丰度站位都集中出现在大亚湾湾顶的西部和北部，丰度均超过 $300 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ ，主要贡献者为柔弱拟菱形藻、海洋卡盾藻等优势种，尤其是海洋卡盾藻，在许洲岛附近的单一物种丰度就超过 $300 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。丰度最低的为惠东县南侧区域，为 $39.5 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。

④生态参数及其评价

调查海域浮游植物多样性指数变化范围为 2.47~4.59，平均为 3.93，整体处于较高水平；均匀度指数变化范围为 0.48~0.88，平均为 0.75，处于中等水平。从多样性指数的角度看，各站位差异不大，最高值出现在湾顶中部区域；从均匀度指数上看各站位差异较小，大致呈现湾顶向湾口逐渐减小的趋势。

⑤小结

2020 年秋季大亚湾海域调查共鉴定出浮游植物 131 种（类），浮游植物的种类组成以及丰度均以硅藻为主，占总种类、总丰度的 70%以上，甲藻次之；生态类群以广布种和沿岸种为主，体现了大亚湾亚热带海湾浮游植物的生态特征。

优势种仍以硅藻为主，第一优势种为条纹几内亚藻，优势度为 0.1。秋季 10 种优势种大多数为该海域的赤潮种，如条纹几内亚藻、柔弱拟菱形藻、尖刺拟菱形藻、丹麦细柱藻和海洋卡盾藻等均可引发赤潮。

浮游植物的丰度变化范围较大，为 $39.50 \times 10^6 \sim 545.50 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ ，平均丰度为 $55.50 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。多样性指数和均匀度指数整体较高，分布较均匀，各站差异不大。

（2）2021 年春季

①种类组成

2021 年春季该海域共鉴定出浮游植物 6 门 73 属 154 种（类）。其中，以硅藻门种类数最多，为 48 属 109 种，占总种类数的 70.8%；甲藻门种类数次之，出现 17 属

36种, 占总种类数的23.4%; 此外, 还检出着色鞭毛藻门5属6种, 蓝藻门、绿藻门、裸藻门均为1属1种。角毛藻属(16种)、根管藻属(6种)、原甲藻属(6种)、斜纹藻属(9种)和圆筛藻属(6种)出现种类较多。

调查站位的浮游植物种类数变化范围为22~62种, 平均为45种。惠东县西部巽寮湾附近种类最多, 核电站附近的28站位种类数最少。平面分布大体呈现出从湾中向两侧呈逐渐递减的趋势, 其中核电站所在纬度的湾中区域出现最少分布带。

④ 优势种

春季调查共确定丹麦细柱藻(*Leptocylindrus danicus*)、柔弱拟菱形藻(*Pseudonitzschia delicatissima*)、尖刺拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)、微小原甲藻(*Prorocentrum minimum*)、柔弱角毛藻(*Chaetoceros debilis*)、微小细柱藻(*Leptocylindrus minimus*)、叉状角藻(*Ceratium furca*)和长菱形藻(*Nitzschia longissima*)等共计8种优势种, 其中硅藻6种、甲藻2种。其优势度在0.024~0.17之间, 第一优势种为柔弱拟菱形藻; 平均丰度范围在 $2.85\sim 17.82\times 10^6\text{cell/m}^3$, 这8个优势种总丰度占该海域浮游植物总丰度的60.1%; 出现频率在86~100%之间, 出现频率较高。所有的优势种几乎集中分布大亚湾湾顶区域, 湾中及湾外区域丰度很低。

③ 丰度

调查海域浮游植物的丰度变化范围较大, 为 $14.75\times 10^6\sim 567.0\times 10^6\text{cells/m}^3$, 平均丰度为 $97.95\times 10^6\text{cells/m}^3$ 。最高丰度出现在许洲岛附近, 湾中至湾口区域丰度均较低。平面分布大致呈现从湾顶向湾中逐渐减小、湾中和湾外丰度差异较小且均较低的趋势, 各站位间丰度差异较大。丰度组成以硅藻占优势, 各站位平均占比为76%, 占比最低的是小径湾区域, 占比最高的是大洲头岛附近。甲藻次之, 占比最低的是大洲头岛附近, 占比最高的是桑洲岛南部的区域。其余藻类在各站位占比很少, 占总丰度的平均百分比总和为1.4%。

丰度的站位都集中出现在大亚湾湾顶中部的鹅洲岛附近, 主要贡献者为柔弱拟菱形藻、尖刺拟菱形藻等优势种, 这两种藻类在小鹅洲岛附近的物种丰度超过 $100\times 10^6\text{cells/m}^3$ 。丰度最低的为大三门岛附近区域, 为 $14.75\times 10^6\text{cells/m}^3$ 。

④ 生态参数及其评价

调查海域浮游植物多样性指数变化范围为2.51~5.19, 平均为4.37, 整体处于较高水平; 均匀度指数变化范围为0.56~0.94, 平均为0.8, 处于中等偏上水平。

各站位多样性指数差异较大, 平面分布呈斑块状, 大致呈现从西北部向东南部增加的趋势, 最高值出现在湾口东部桑洲岛西侧; 从均匀度指数上看各站位差异较大, 大

致呈现湾顶向湾口逐渐减小的趋势，最高值出现在湾口中部，最低值出现在核电站附近。

⑤ 小结

2021年春季大亚湾海域秋季共鉴定出浮游植物154种(类)，组成与秋季相似，以硅藻为主，甲藻次之；优势种仍以硅藻为主，第一优势种为柔弱拟菱形藻，优势度为0.17，春季8种优势种大多数为该海域的赤潮种，如柔弱拟菱形藻、尖刺拟菱形藻和丹麦细柱藻等均可引发赤潮。浮游植物的丰度变化范围较大，为 $14.75 \times 10^6 \sim 567.0 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，平均丰度为 $97.95 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，丰度组成以硅藻占优势，甲藻次之。多样性指数平均值为4.37，均匀度指数平均值为0.80，多样性指数和均匀度指数整体较高，分布也较为均匀，各站位间差异不大。

4.6.2.5 浮游动物

(1) 2020年秋季

① 种类组成和分布

2020年秋季调查对大亚湾及邻近海域，经鉴定浮游动物共计83种(不含浮游幼体)，分类学上隶属于6门12大类群，以节肢动物占绝对优势，共43种，占总种数的51.81%，节肢动物中又以桡足类种类数最多，计37种，占总种数的44.58%；海洋水母类(包括腔肠动物门和栉水母动物门)是第二大类群，共24种，占总种数的28.92%。

调查海域浮游动物中腔肠动物门23种，其中水螅水母20种，管水母3种；栉水母动物门1种；节肢动物门43种，其中桡足类37种，介形类1种，枝角类2种，十足类2种，糠虾类1种；毛颚动物门4种；尾索动物门7种；软体动物门5种，其中异足类1种，翼足类4种。此外，共鉴定浮游幼体(虫)39类。

② 生物量

大亚湾及邻近海域秋季浮游动物生物量变化范围很大，生物量湿重变化为 $14.83 \sim 269.75 \text{ mg/m}^3$ ，平均为 90.31 mg/m^3 ；最高生物量出现在小径湾，为 269.75 mg/m^3 ，主要贡献者为红纺锤水蚤及亨生莹虾，湿重高也与该站有较多厚伞玛拉水母(*Malagazzia condensum*)有关。高山角东南部生物量次之，为 254.81 mg/m^3 ，主要贡献者为鸟喙尖头蚤、红纺锤水蚤及亨生莹虾；此外，咸台湾东南部海域的生物量也普遍较高($>200 \text{ mg/m}^3$)，其主要贡献者分别为蛇尾类长腕幼虫和红纺锤水蚤；较低生物量区则出现在大亚湾中央列岛附近海域，最低生物量出现在小辣甲西侧，仅为 14.83 mg/m^3 。

③ 丰度及平面分布

大亚湾及邻近海域秋季浮游动物的丰度在不同海域差异较大，浮游动物丰度范围

为 154.61~1836.43ind./m³，平均为 737.20ind./m³；丰度的最低值出现在鹅洲北部，为 154.61ind./m³，最高值在鹅洲南部，达 1836.43ind./m³；高丰度的站位都集中出现在许洲、大三门岛北部及咸台湾东南部海域，丰度均高于 600ind./m³，主要贡献者为鸟喙尖头蚤、红纺锤水蚤、住囊虫属及蛇尾类长腕幼虫这四种优势种。

⑥ 优势种数量及水平分布

2020 年秋季调查海域共确定优势种 9 种，为鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*)、红纺锤水蚤 (*Acartia erythraea*)、亨生莹虾 (*Lucifer hansenii*)、肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*)、异体住囊虫 (*Oikopleura dioica*)、住囊虫属 (*Oikopleura sp.*)、多毛类幼体 (*Polychaeta larvae*)、短尾类溞状幼体 (*Brachyura zoea*) 和蛇尾类长腕幼虫 (*Ophiuroidea ophiopluteus larva*)。秋季大亚湾及邻近海域浮游动物第一优势种为红纺锤水蚤，优势度为 0.26，其次为以鸟喙尖头蚤，优势度为 0.14，第三位优势种为蛇尾类长腕幼虫，优势度为 0.09；此外，亨生莹虾、肥胖箭虫、异体住囊虫、住囊虫属、多毛类幼体和短尾类溞状幼体均为该季节浮游动物优势种。

⑤ 生态参数及其评价

整个大亚湾及邻近海域浮游动物的多样性呈现出外海高于湾内的趋势，各区域的多样性指数都很高，平均值为 3.37，呈现出了高生物多样性。范和港湾口为调查海域浮游动物多样性低值区，大亚湾湾口南部试验区为调查海域浮游动物多样性高值区；而在大亚湾湾内，浮游动物的多样性呈现出南部高，北部低的趋势；中部核心高值区位于芒洲右侧海域。

秋季大亚湾及邻近海域海区的浮游动物均匀性整体上呈现由湾顶到湾口向外逐渐增加的趋势；湾顶西侧和湾口外部为高值区；在范和港湾口出现最低值，均匀度指数仅为 0.35；在大亚湾湾口桑洲南部出现小区域的最高值区，高于 0.8。

⑥ 小结

2020 年秋季调查，共鉴定出浮游动物 83 种和 39 类阶段性浮游幼体，其中桡足类种类最多。存在优势种鸟喙尖头蚤、红纺锤水蚤、亨生莹虾、肥胖箭虫、异体住囊虫、住囊虫属、多毛类幼体、短尾类溞状幼体、蛇尾类长腕幼虫。浮游动物种类数整体呈现由湾顶向湾口外部逐渐增多的趋势。2020 年秋季浮游动物生物量均值为 90.31mg/m³，浮游动物生物量在范和港湾口、高山角东南侧以及惠东南部海域较高，其它区域整体呈现湾口生物量高于湾内。浮游动物平均丰度为 737.2ind./m³，丰度在高山角东南侧以及惠东南部海域与浮游动物生物量一样，属于高值区域。浮游动物丰度对生物量的影响比较明显。浮游动物的种类多样性指数、均匀度均呈现由湾顶向湾外逐渐增高的趋

势，其中均匀度指数在湾顶西侧也存在高值区。

(2) 2021 年春季

①种类组成及其分布

2021 年春季该海域共鉴定出浮游动物 86 种（不含浮游幼体），8 门 13 大类群。以节肢动物占绝对优势，共 48 种，占总种数的 55.82%，节肢动物门中又以桡足类种类数占多数，达 86%，计 39 种，占总种数的 45.35%；海洋水母类（包括腔肠动物门和栉水母动物门）是第二大类群，共 24 种，占总种数的 27.91%。

2021 年春季调查海域浮游动物中腔肠动物门 22 种，其中水螅水母 19 种，管水母 3 种；栉水母动物门 2 种；节肢动物门 48 种，其中桡足类 39 种，介形类 2 种，枝角类 1 种，十足类 3 种，端足类 3 种；毛颚动物门 5 种；尾索动物门 7 种；软体动物门 3 种，均为翼足类；环节动物门和担轮动物门各一种。此外，共鉴定浮游幼体（虫）25 类。

调查站位浮游动物种类数变化范围为 4~39 种，平均种类数为 19 种。小三门岛和青洲之间的 69 号站种类最多，有 39 种，纯洲附近的 7、8 站位种类数最少，只有 4 种。种类数平面分布大体呈现出由北向南、从湾顶到湾口逐渐增多的趋势。

②生物量及平面分布

2021 年春季浮游动物生物量湿重变化为 16.17~3665.88mg/m³，平均为 427.18mg/m³，与秋季生物量相比较，春季平均生物量远高于秋季最高生物量出现在大辣甲岛西侧的 50 号站，生物量达到了 3665.88mg/m³，主要贡献者为鸟喙尖头蚤、海参纲耳状幼虫和仔鱼。其次，大辣甲岛东侧的 48 号站，生物量也达到了 3572.51mg/m³，远高于其余各站，这与采集到的仔鱼个体比较大有关；另外，在纯洲附近和咸台湾南部的生物量也相对较高，均大于 600mg/m³。

③丰度及平面分布

2021 年春季大亚湾浮游动物的丰度为 3.81~627.50ind./m³，平均为 100.41ind./m³；丰度最低值出现在宝塔洲东部海域，为 3.81ind./m³，最高值在高山角东南部，为 627.50ind./m³；高丰度的站位明显集中在在高山角东南海域、大辣甲岛西南部海域以及大三门岛北部海域，其它区域均较低。

④优势种数量及水平分布

2021 年春季共确定鸟喙尖头蚤（*Penilia avirostris*）、肥胖箭虫（*Sagitta enflata*）、长尾类幼虫（*Macrura larvae*）、短尾类蚤状幼体（*Brachyura zoea*）和海参纲耳状幼虫（*Auricularia larvae*）等共计 5 种优势种，其中枝角类 1 种、毛颚类 1 种、浮游幼体

3 种。其优势度范围在 0.03~0.27 之间，第一优势种为鸟喙尖头蚤；平均丰度范围在 3.49~33.68ind./m³，这 5 个优势种的总丰度占该海域浮游动物总丰度的 58.1%；出现频率范围在 39.53~93.02%之间。

⑤生态参数及其评价

从多样性指数的角度看，春季浮游动物多样性指数平均值为 2.93，多样性低于秋季。范和港湾内及纯洲周围海域为浮游动物多样性低值区，大亚湾湾口南部试验区为浮游动物多样性高值区，春季的浮游动物多样性同样呈现出外海高于湾内的趋势。

从均匀度指数上看，春季浮游动物均匀性整体上呈现由湾口向湾顶向内逐渐增加的趋势，但在鹅洲南部海域出现最小值，均匀度为 0.35，在长咀角海域出现最大值，均匀度为 0.98。

⑥小结

2021 年春季调查，共鉴定出浮游动物为 86 种，调查中桡足类依然种类最多，优势种变少，为鸟喙尖头蚤、肥胖箭虫、长尾类幼体、短尾类溞状幼体和海参纲耳状幼虫。

浮游动物生物量均值为 427.18mg/m³，浮游动物平均丰度为 100.41ind./m³，春季浮游动物多样性指数为 2.93，春季浮游动物生物量整体高于秋季，主要集中在大辣甲岛周围海域。春季调查中，浮游动物的种类数、丰度和多样性指数均呈现由湾内向湾外升高的趋势；生物量分布和优势种的分布均集中在大辣甲岛周边海域。

4.6.2.6 潮下带底栖生物

(1) 2020 年秋季

①湾内潮下带大型底栖生物物种组成、栖息密度和生物量

大亚湾湾顶包括 3 条潮下带断面，即 A、B、C 断面。A 断面包括 6 个站位（1、3、5、7、8、9），位于湾顶，北边有石化区，东边是范和港，西边是澳头湾（原称哑铃湾）；B 断面包括 6 个站位（11、13、15、17、19、20）；C 断面包括 5 个站位（22、24、25、26、28）。

◆种类组成

湾顶共获得大型底栖生物 140 种，其中刺胞动物、扁形动物和纽形动物各 1 种，环节动物 75 种，星虫动物 1 种，软体动物 40 种，节肢动物 17 种，棘皮动物 3 种，脊索动物门头索动物亚门 1 种。

◆栖息密度

大亚湾湾顶大型底栖生物平均栖息密度为 866.5 ind./m²，其中刺胞动物 2.6ind./m²，扁形动物 1.3 ind./m²，纽形动物各 28.0 ind./m²，环节动物 471.3 ind./m²，星虫动物 0.3

ind./m², 软体动物 301.2 ind./m², 节肢动物 22.0 ind./m², 棘皮动物 38.9 ind./m², 头索动物 1.0 ind./m²。

◆生物量

湾顶大型底栖生物平均生物量 55.33 g/m², 其中刺胞动物、扁形动物、星虫动物、头索动物均为 0.01 g/m², 纽形动物 0.14 g/m², 环节动物 2.59 g/m², 软体动物 49.67 g/m², 节肢动物 2.22 g/m², 棘皮动物 0.67 g/m²。

②湾中潮下带大型底栖生物物种组成、栖息密度和生物量

大亚湾湾中包括 3 条潮下带断面, 即 D、E、F 断面。D 断面包括 4 个站位 (30、33、34、36); E 断面包括 5 个站位 (37、39、40、42、43); F 断面包括 4 个站位 (46、48、49、50)。

◆种类组成

湾中共获得大型底栖生物 106 种, 其中刺胞动物和纽形动物各 1 种, 环节动物 59 种, 星虫动物 2 种, 软体动物 31 种, 节肢动物 9 种, 棘皮动物 2 种, 脊索动物 1 种。

◆栖息密度

湾中大型底栖生物平均栖息密度为 1037 ind./m², 其中刺胞动物 2 ind./m², 纽形动物各 39 ind./m², 环节动物 401 ind./m², 星虫动物 4 ind./m², 软体动物 493 ind./m², 节肢动物 11 ind./m², 棘皮动物 86 ind./m², 头索动物 1 ind./m²。

◆生物量

湾中大型底栖生物平均生物量为 47.74 g/m², 其中刺胞动物 1.50 g/m², 纽形动物各 0.27 g/m², 环节动物 2.23 g/m², 星虫动物 0.02 g/m², 软体动物 39.92 g/m², 节肢动物 0.26 g/m², 棘皮动物 3.53 g/m², 头索动物 0.01 g/m²。

③湾外潮下带大型底栖生物物种组成、栖息密度和生物量

大亚湾湾口包括 3 条断面, 即 G、H、I 断面。G 断面包括 5 个站位 (52、54、55、56、58); H 断面包括 4 个站位 (60、61、62、63); I 断面包括 3 个站位 (65、67、69)。

◆种类组成

湾口共获得大型底栖生物 114 种, 其中纽形动物 1 种, 环节动物 59 种, 星虫动物 2 种, 软体动物 30 种, 节肢动物 16 种, 棘皮动物 2 种, 海鞘 1 种, 底栖鱼类 3 种。

◆栖息密度

湾口大型底栖生物平均栖息密度为 1037 ind./m², 其中刺胞动物 2 ind./m², 纽形动

物 39 ind./m²，环节动物 401 ind./m²，星虫动物 4 ind./m²，软体动物 493 ind./m²，节肢动物 11 ind./m²，棘皮动物 86 ind./m²，头索动物 1 ind./m²。

◆生物量

湾口大型底栖生物平均生物量为 15.42 g/m²，其中纽形动物 0.04 g/m²，环节动物 1.17 g/m²，星虫动物 0.01 g/m²，软体动物 10.82 g/m²，节肢动物 2.10 g/m²，棘皮动物 1.11 g/m²。

④常见种

◆双鳃内卷齿蚕

双鳃内卷齿蚕是多毛类环节动物，是广东和福建港湾潮下带常见的种类。双鳃内卷齿蚕栖息密度在 D 断面分布最高，以此断面向湾顶和湾口断面呈下降趋势；湾中双鳃内卷齿蚕栖息密度最高，其次是湾口，湾顶最低。双鳃内卷齿蚕生物量在 D 断面分布最高，以此断面向湾顶和湾口断面呈下降趋势；湾中双鳃内卷齿蚕生物量最高，其次是湾口，湾顶最低。

◆花冈钩毛虫

花冈钩毛虫是多毛类环节动物，一般认为它是肉食性种类。花冈钩毛虫栖息密度在 A、B、C 和 D 断面较高（48.6~83.6 ind./m² 之间），在 E、F、G、H 和 I 断面较低；湾顶花冈钩毛虫栖息密度最高，其次是湾中，湾口最低。花冈钩毛虫生物量的分布特征与栖息密度分布特征一样，在 A、B、C 和 D 断面较高，在 E、F、G、H 和 I 断面较低（8.3~20.3 ind./m² 之间）；湾顶花冈钩毛虫栖息密度最高，其次湾中，湾口最低。

◆粗帝汶蛤

粗帝汶蛤是双壳类软体动物。粗帝汶蛤栖息密度在 e 断面分布最高，但在断面上没有什么分布规律；湾中粗帝汶蛤栖息密度最高，其次是湾顶，湾口最低。粗帝汶蛤生物量在 B 断面分布最高，但在断面上没有什么分布规律；湾中粗帝汶蛤生物量最高，其次是湾顶，湾口最低。

◆波纹巴非蛤

波纹巴非蛤是双壳类软体动物，也是经济种。波纹巴非蛤栖息密度在 B 断面分布最高，但在 E、F、G、H 和 I 断面没有采集到；湾顶波纹巴非蛤栖息密度最高，其次是湾顶，湾口最低。波纹巴非蛤生物量在 D 断面分布最高，但在 E、F、G、H 和 I 断面没有采集到；湾顶波纹巴非蛤生物量最高，其次是湾中，湾口最低。

◆光滑倍棘蛇尾

光滑倍棘蛇尾是蛇尾类棘皮动物。光滑倍棘蛇尾栖息密度在 B 断面分布最高，但

在 E、F、G、H 和 I 断面没有采集到；湾顶光滑倍棘蛇尾栖息密度最高，其次是湾顶，湾口最低。光滑倍棘蛇尾生物量在 D 断面分布最高，但在 E、F、G、H 和 I 断面没有采集到；湾顶光滑倍棘蛇尾生物量最高，其次是湾中，湾口最低。

⑤生态参数及其评价

从断面上看，多样性指数值在 H 断面最高，在 B 断面最低，在断面上没有分布规律；从大亚湾位置上看，湾内和湾中多样性指数接近，分别为 3.29 和 3.28，湾外最高。均匀度指数值在 I 断面最高，在 E 断面最低，在断面上没有分布规律；从大亚湾位置上看，湾外最高，其次是湾内，湾中最低。丰度指数值在 G 断面最高，在 B 断面最低，但断面之间差幅不大，在 1.85~2.92 之间；从大亚湾位置上看，湾外最高，其次是湾中，湾内最低，同样差幅很小，在 2.42~2.59 之间。

⑥小结

2020 年秋季在大亚湾共采集到大型底栖生物 198 种，其中环节动物最多，为 99 种，软体动物和节肢动物也较多，分别为 61 种和 25 种。常见种有花冈钩毛虫、波纹巴非蛤、双鳃内卷齿蚕、光滑倍棘蛇尾、粗帝汶蛤。栖息密度湾中>湾内>湾外，生物量湾内>湾中>湾外，生物量的分布规律与栖息密度不一样，这是因为在湾内有较多的双壳类。湾顶和湾中多样性指数接近，分别为 3.286 和 3.276，湾口最高；均匀度指数湾口最高，其次是湾顶，湾中最低。2020 年秋季潮下带大型底栖生物群落参数汇总见表 4.7-11。

表4.7-11 2020 年秋季大亚湾潮下带大型底栖生物群落参数汇总表

断面	物种数 (种)	栖息密度 (ind./m ²)	生物量 (g/m ²)	多样性指数 (H)	均匀度指数 (J)
A	97	702.5	24.47	3.641	0.817
B	66	1086.7	116.59	2.512	0.602
C	71	810.3	24.83	3.705	0.797
D	55	869.6	84.84	3.482	0.766
E	53	1580.3	46.37	2.614	0.577
F	68	660.4	11.98	3.733	0.776
G	77	628.7	9.29	3.902	0.826
H	58	218.8	19.36	3.994	0.909
I	46	250.0	17.60	3.712	0.929
湾顶	140	866.5	55.29	3.286	0.739
湾中	106	1036.8	47.74	3.276	0.706
湾口	114	365.8	15.42	3.869	0.888
大亚湾	198	756.4	39.48	3.477	0.778

(2) 2021 年春季

①湾顶潮下带大型底栖生物物种组成、栖息密度和生物量

大亚湾湾顶包括 3 条潮下带断面，即 A、B、C 断面。A 断面包括 7 个站位（1、3、5、7、8、9、S1），北边有石化区，东边是范和港，西边是澳头湾（原称哑铃湾）；B 断面包括 6 个站位（11、13、15、17、19、20）；C 断面包括 6 个站位（21、22、23、24、26、28）。

◆种类组成

湾顶共获得大型底栖生物 117 种，其中刺胞动物 2 种，纽形动物 2 种，环节动物（多毛类）60 种，星虫动物 2 种，软体动物 35 种（其中掘足类、腹足类和双壳类分别为 3 种、7 种和 25 种），节肢动物（甲壳类）13 种，棘皮动物 3 种。

◆栖息密度

湾顶大型底栖生物平均栖息密度为 472 ind./m²，其中刺胞动物 2 ind./m²，纽形动物 6 ind./m²，环节动物 238 ind./m²，星虫动物 1 ind./m²，软体动物 154 ind./m²，节肢动物 58 ind./m²，棘皮动物 14 ind./m²。A 断面最高，为 636 ind./m²，B 断面最低，为 369 ind./m²。

◆生物量

湾顶大型底栖生物平均生物量为 108.33 g/m²，其中刺胞动物 0.15 g/m²，纽形动物 0.17 g/m²，环节动物 2.31 g/m²，星虫动物 0.01 g/m²，软体动物 104.03 g/m²，节肢动物 0.59 g/m²，棘皮动物 1.41 g/m²。从断面上看，A 断面最高，达 150.06 g/m²，C 断面最低，为 65.25 g/m²。

②湾中潮下带大型底栖生物物种组成、栖息密度和生物量

大亚湾湾中包括 3 条潮下带断面，即 D、E、F 断面。D 断面包括 8 个站位（29、30、31、32、33、34、36、S1）；E 断面包括 7 个站位（37、39、40、41、42、43、44）；F 断面包括 4 个站位（46、48、49、50）。

◆种类组成

湾中共获得大型底栖生物 102 种，其中刺胞动物 2 种，扁形动物和纽形动物各 1 种，环节动物 46 种，星虫动物 1 种，软体动物 35 种（其中掘足类、腹足类和双壳类分别为 3 种、14 种和 18 种），节肢动物 10 种（其中甲壳类和海蜘蛛类分别为 9 种和 1 种），棘皮动物 2 种，脊索动物 2 种。

◆栖息密度

湾中大型底栖生物平均栖息密度为 1127 ind./m²，其中刺胞动物、扁形动物和星虫动物均为 1 ind./m²，纽形动物各 4 ind./m²，环节动物 160 ind./m²，软体动物 844 ind./m²，

节肢动物 82 ind./m², 棘皮动物 34 ind./m², 脊索动物 1 ind./m²。从断面上看, E 断面最高, 为 2159 ind./m², F 断面最低, 为 519 ind./m²。

◆生物量

湾中大型底栖生物平均生物量为 105.10 g/m², 其中刺胞动物 1.36 g/m², 扁形动物、星虫动物和脊索动物均为 0.01 g/m², 纽形动物 2.44 g/m², 环节动物 0.84 g/m², 软体动物 98.45 g/m², 节肢动物 0.51g/m², 棘皮动物 1.47g/m²。从断面上看, B 断面最高, 为 221.99g/m², C 断面最低, 为 11.27g/m²。

③湾口潮下带大型底栖生物物种组成、栖息密度和生物量

大亚湾湾口包括 3 条潮下带断面, 即 G、H、I 断面。G 断面包括 5 个站位 (52、54、55、56、58); H 断面包括 4 个站位 (60、61、62、63); I 断面包括 3 个站位 (65、67、69)。

◆种类组成

湾口共获得大型底栖生物 80 种, 其中刺胞动物、扁形动物和纽形动物各 1 种, 环节动物 40 种, 蠕虫动物和星虫动物各 1 种, 软体动物 20 种, 节肢动物 11 种, 棘皮动物 3 种, 脊索动物 (鱼类) 1 种。从断面上看, H 断面最多, 为 53 种, I 断面最少, 为 34 种。

◆栖息密度

湾口大型底栖生物平均栖息密度为 326 ind./m², 其中刺胞动物、星虫动物、脊索动物和扁形动物均为 1 ind./m², 纽形动物各 5 ind./m², 环节动物 180 ind./m², 软体动物 25ind./m², 节肢动物 82 ind./m², 棘皮动物 30 ind./m²。从断面上看, G 断面最高, 为 557ind./m², I 断面较低, 为 186 ind./m²。

◆生物量

湾口大型底栖生物平均生物量为 9.98 g/m², 其中刺胞动物 0.01 g/m², 扁形动物 0.02 g/m², 纽形动物 0.42 g/m², 环节动物 1.54 g/m², 星虫动物 0.01 g/m², 软体动物 2.08g/m², 节肢动物 0.55 g/m², 棘皮动物 2.97 g/m², 脊索动物 (底栖鱼类) 2.38 g/m²。从站位上看, 52 号站大型底栖动物生物量最高, 为 45.65 g/m², 69 号站最低, 仅 0.91g/m²。从断面上看, G 断面最高, 为 21.19 g/m², I 断面最低, 仅 1.64 g/m²。

④常见种

◆双鳃内卷齿蚕

从断面上看, G 断面双鳃内卷齿蚕栖息密度最高, B 断面最低; 从湾位看, 双鳃内卷齿蚕栖息密度呈湾顶向湾口增加趋势。双鳃内卷齿蚕生物量在 G 断面分布最高,

在 C 断面最低；双鳃内卷齿蚕生物量呈湾顶向湾口增加趋势。

◆花冈钩毛虫

花冈钩毛虫是多毛类环节动物，一般认为它是肉食性种类。从断面上看，花冈钩毛虫栖息密度在 A 断面分布最高，在 I 断面最低；从湾位上看，花冈钩毛虫栖息密度由湾顶向湾口呈降低趋势。花冈钩毛虫生物量的分布与栖息密度相同。

◆粗帝汶蛤

粗帝汶蛤是双壳类软体动物。从断面上看，粗帝汶蛤栖息密度在 e 断面分布最高，在 H 断面最低；从湾位上看，湾中粗帝汶蛤栖息密度最高，其次是湾顶，湾口最低。粗帝汶蛤生物量分布与栖息密度的相似。

◆波纹巴非蛤

波纹巴非蛤是双壳类软体动物，也是经济种。波纹巴非蛤栖息密度在 a 断面分布最高，但在 F、G、H 和 I 断面没有采集到；湾顶波纹巴非蛤栖息密度最高，其次是湾中，湾口最低。波纹巴非蛤生物量分布与栖息密度相似。

◆光滑倍棘蛇尾

光滑倍棘蛇尾栖息密度在 G 断面分布最高，在 A 断面最低；湾中光滑倍棘蛇尾栖息密度最高，其次湾口，湾顶最低，生物量分布与栖息密度分布相似。

⑤生态参数及其评价

从断面上看，多样性指数在 G 断面最高，在 E 断面最低；从位置上看，湾顶和湾中多样性指数接近，湾口最高。均匀度指数在 I 断面最高，在 E 断面最低；从位置上看，湾口最高，其次是湾顶，湾中最低。丰度指数在 G 断面最高，在 D 断面最低，除 G 断面外，其他断面之间差幅不大，在 2.13~2.55 之间；从位置上看，湾口最高，其次是湾中，湾顶最低。

⑦ 小结

2021 年春季在大亚湾共采集到大型底栖生物 156 种，其中环节动物最多，为 64 种，软体动物次之，为 56 种，节肢动物 19 种。栖息密度分布为湾中>湾顶>湾口，生物量分布为湾中>湾内>湾外，湾中和湾顶很接近。在湾顶和湾中潮下带大型底栖生物多样性指数 (H) 接近，分别为 3.023 和 2.962，湾口最高，为 3.855；均匀度指数湾口最高，其次是湾顶，湾中最低。2021 年春季潮下带大型底栖生物群落参数汇总表见表 4.7-12。

表4.7-12 2021 年春季大亚湾潮下带大型底栖生物群落参数汇总表

断面	物种数 (种)	栖息密度 (ind./m ²)	生物量 (g/m ²)	多样性指数 (H)	均匀度指数 (J)	丰度指数 (d)
A	72	636	150.06	3.039	0.721	2.221
B	57	369	109.68	3.140	0.740	2.140
C	69	411	66.25	2.889	0.684	2.313
D	63	702	81.95	2.826	0.667	2.132
E	79	2158	222.00	2.326	0.507	2.547
F	49	519	11.27	3.734	0.854	2.484
G	51	557	21.19	4.136	0.851	3.264
H	53	240	7.09	3.771	0.859	2.559
I	80	187	1.63	3.657	0.883	2.257
湾顶	117	480	110.84	3.023	0.715	2.225
湾中	102	1200	118.27	2.962	0.676	2.388
湾口	80	312	9.45	3.855	0.864	2.669
大亚湾	156	664	79.52	3.280	0.752	2.427

4.6.2.7 潮间带大型底栖生物

(1) 2020 年秋季

①C2 断面

◆种类组成

C2 断面位于大亚湾湾顶，沙质底质类型，岸边是居民区。在 C2 断面定量采集获得大型底栖生物 16 种，其中多毛类 7 种、双壳类 8 种，甲壳类 1 种。在 C2 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 7 种、8 种和 3 种，高潮区双壳类物种数占优势，为 5 种，中、低潮区均是多毛类物种数占优势，分别为 5 种和 2 种。

◆栖息密度

C2 断面大型底栖生物平均栖息密度为 25ind./m²，中潮区>高潮区>低潮区，高潮区双壳类为该潮区大型底栖生物栖息密度优势类群 (19.2ind./m²)；中潮区和低潮区均是多毛类为栖息密度优势类群，分别为 19.2ind./m² 和 12.8ind./m²，该断面各物种栖息密度均不高，最高的是多毛类的短叶索沙蚕，仅 9.6ind./m²。

◆生物量

C2 断面大型底栖生物平均生物量为 5.90g/m²，低潮区>高潮区>中潮区，高潮区、中潮区和低潮区生物量优势类群均是双壳类，分别为 4.02g/m²、1.39g/m² 和 9.38g/m²。高潮区、中潮区和低潮区生物量优势种分别是楔形斧蛤、紫藤斧蛤和短文蛤，生物量分别为 3.92g/m²、1.30g/m² 和 9.38g/m²。

◆生态指数

C2 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 2.35、0.94 和 1.06, 多样性指数和丰度指数中潮区<高潮区<低潮区, 均匀度指数高潮区<中潮区<低潮区, 三个潮区均较均匀分布 (表 4.7-13)。

表4.7-13 秋季大亚湾潮间带C2 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数 (H)	2.75	2.92	1.37	2.35
均匀度指数 (J)	0.98	0.98	0.87	0.94
丰度指数 (d)	1.28	1.40	0.50	1.06

②C3 断面

◆种类组成

C3 断面位于大亚湾湾顶, 位于湾顶, 高潮带沙泥底质, 有少量植物 (红树), 中、低潮区为泥滩。在 C3 断面定量采集获得大型底栖生物 28 种, 其中纽形动物 2 种、多毛类 13 种、双壳类 2 种, 甲壳类 10 种, 鱼类 1 种。在 C3 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 15 种、13 种和 15 种, 高潮区、中潮区和低潮区的物种数均是多毛类最多, 分别为 7 种、8 种和 10 种。

◆栖息密度

C3 断面大型底栖生物平均栖息密度为 469ind./m², 中潮区>低潮区>高潮区, 高潮区、中潮区和低潮区均是多毛类为栖息密度优势类群, 分别为 188.8ind./m²、467.2ind./m² 和 486.4ind./m²。高潮区、中潮区和低潮区栖息密度优势种分别是腺带刺沙蚕、中国中蛭虫和花冈钩毛虫, 栖息密度分别是 70.4ind./m²、156.8ind./m² 和 214.4ind./m²。

◆生物量

C3 断面大型底栖生物平均生物量为 20.12g/m², 高潮区>低潮区>中潮区, 高潮区和中潮区生物量优势类群均是甲壳类, 分别为 27.69g/m² 和 9.16g/m², 低潮区生物量优势类群是多毛类, 为 7.01g/m²。高潮区、中潮区和低潮区生物量优势种分别是悦目大眼蟹、秀丽长方蟹和湛江多枝吻纽虫, 生物量分别为 25.30g/m²、8.89g/m² 和 5.69g/m²。

◆生态指数

C3 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 2.97、0.77 和 1.51, 多样性指数高潮区<低潮区<中潮区, 均匀度指数高潮区<中潮区<低潮区, 丰度指数高潮区<低潮区<中潮区 (表 4.7-15)。

表4.7-15 秋季大亚湾潮间带C3 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
------	-----	-----	-----	----

多样性指数 (H)	3.23	2.98	2.70	2.97
均匀度指数 (J)	0.83	0.80	0.69	0.77
丰度指数 (d)	1.65	1.32	1.55	1.51

③C4 断面

◆种类组成

C4 断面位于大亚湾西侧（深圳一侧），沙泥底质，底表有砾石和植物。在 C4 断面定量采集获得大型底栖生物 23 种，其中多毛类 9 种，蠕虫动物 1 种、腹足类 1 种、双壳类 4 种，甲壳类 6 种，棘皮动物 1 种，鱼类 1 种。在 C4 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 2 种、12 种和 12 种，高潮区双壳类和甲壳类各 1 种，中潮区和低潮区均是多毛类物种数最多，均是 5 种。

◆栖息密度

C4 断面大型底栖生物平均栖息密度为 382.9ind./m²，高潮区>中潮区>低潮区，高潮区栖息密度优势类群是双壳类，为 553.6ind./m²，中潮区和低潮区栖息密度优势类群均是多毛类，分别为 246.4ind./m² 和 224.0ind./m²。高潮区、中潮区和低潮区优势种分别是锈色朽叶蛤、腺带刺沙蚕和缅甸角沙蚕，栖息密度分别为 553.6ind./m²、169.6ind./m² 和 198.4ind./m²。

◆生物量

C4 断面大型底栖生物平均生物量为 36.03g/m²，中潮区>低潮区>高潮区，高潮区、中潮区和低潮区的生物量优势类群均是双壳类，分别为 4.84g/m²、34.56g/m² 和 17.01g/m²。高潮区、中潮区和低潮区生物量优势种分别是锈色朽叶蛤、鳞杓拿蛤和弹涂鱼，分别为 4.84g/m²、32.48g/m² 和 11.07g/m²。

D.生态指数

C4 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 2.35、0.94 和 1.06，多样性指数和丰度指数中潮区<高潮区<低潮区，均匀度指数高潮区<中潮区<低潮区，三个潮区均较均匀分布（表 4.7-16）。

表4.7-16 秋季大亚湾潮间带C4 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数 (H)	0.09	2.13	1.73	1.32
均匀度指数 (J)	0.09	0.58	0.48	0.38
丰度指数 (d)	0.11	1.45	1.36	0.97

④C5 断面

◆种类组成

C5 断面位于大亚湾西侧（深圳一侧），砾石混合底质。

在 C5 断面定量采集获得大型底栖生物 43 种，其中扁形动物和纽形动物各 1 种，多毛类 19 种，蠕虫动物 1 种、腹足类 5 种、双壳类 9 种，甲壳类 7 种。在 C5 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 5 种、14 种和 27 种，高潮区腹足类和甲壳类分别有 3 种和 2 种，中潮区双壳类和甲壳类分别有 4 种，低潮区多毛类物种数最多，达 17 种。

◆栖息密度

C5 断面大型底栖生物平均栖息密度为 570.7ind./m^2 ，低潮区>中潮区>高潮区，高潮区、中潮区和低潮区的栖息密度优势类群分别是腹足类、双壳类和多毛类，分别是 131.2ind./m^2 、 352.0ind./m^2 和 758.4ind./m^2 。高潮区、中潮区和低潮区的栖息密度优势种分别是粒结节滨螺、角巨牡蛎和石纹角沙蚕，栖息密度分别是 89.6ind./m^2 、 185.6ind./m^2 和 464.0ind./m^2 。

◆生物量

C5 断面大型底栖生物平均生物量为 513.31g/m^2 ，中潮区>低潮区>高潮区，高潮区生物量优势类群是甲壳类为 25.99g/m^2 ，中潮区和低潮区生物量优势类群均是双壳类，生物量分别是 1349.38g/m^2 和 47.12g/m^2 。高潮区、中潮区和低潮区生物量优势种分别是细纹爱洁蟹、角巨牡蛎和杂色蛤仔，分别为 23.94g/m^2 、 1318.90g/m^2 和 46.97g/m^2 。

◆生态指数

C5 断面大型底栖生物多样性指数（H）、均匀度指数（J）和丰度指数（d）平均值分别为 2.37、0.67 和 1.54，多样性指数中潮区<低潮区<高潮区，均匀度指数中潮区<高潮区<低潮区，丰度指数低潮区<中潮区<高潮区（表 4.7-17）。

表4.7-17 秋季大亚湾潮间带C5 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数（H）	1.66	3.09	2.36	2.37
均匀度指数（J）	0.71	0.81	0.50	0.67
丰度指数（d）	0.56	1.36	2.70	1.54

⑤小结

2020 年秋季在大亚湾项目区附近（C2~C5 断面）共采集到潮间带底栖生物 90 种，其中多毛类种数最多，为 36 种，占总数的 40%。项目区调查各断面的平均生物量为 $5.90\sim 513.31\text{g/m}^2$ ，均值为 143.84g/m^2 ，平均栖息密度为 $25\sim 570.7\text{ind./m}^2$ ，均值为

406.9ind/m²。大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 均值分别为 2.51、0.83 和 1.29。

(2) 2021 年春季

①C2 断面

◆种类组成

C2 断面位于大亚湾湾顶，沙质底质类型，岸边是居民区，与 2020 年秋季底质相同，均是沙质底质。在 C2 断面定量采集获得大型底栖生物 12 种，其中多毛类 6 种、双壳类 2 种，甲壳类 4 种。在 C2 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 5 种、7 种和 8 种，高潮区甲壳类物种数占优势，有 4 种；中潮区多毛类和甲壳类各有 3 种；低潮区多毛类物种数占优势，有 4 种。

◆栖息密度

C2 断面大型底栖生物平均栖息密度为 1389ind./m²，低潮区>中潮区>高潮区。三个潮区的大型底栖生物栖息密度均是甲壳类占优势。

◆生物量

C2 断面大型底栖生物平均生物量为 9.67g/m²，中潮区>高潮区>低潮区。高潮区和中潮区生物量优势类群均是双壳类，优势种是楔形斧蛤；低潮区生物量优势类群均是甲壳类，优势种是微小浪漂水虱。

◆生态指数

C2 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 0.85、0.35 和 0.53，三种生物指数均较低 (表 4.7-18)。

表4.7-18 春季大亚湾潮间带C2 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数 (H)	1.89	0.33	0.34	0.85
均匀度指数 (J)	0.81	0.12	0.12	0.35
丰度指数 (d)	0.49	0.56	0.54	0.53

②C3 断面

◆种类组成

C3 断面位于大亚湾湾顶，位于湾顶，高潮带沙泥底质，有少量植物 (红树)，中、低潮区为泥滩。

在 C3 断面定量采集获得大型底栖生物 20 种，其中多毛类 11 种、双壳类 2 种，甲壳类 6 种，鱼类 1 种。在 C3 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生

物 11 种、16 种和 13 种，高潮区多毛类和甲壳类均是 4 种，中潮区和低潮区的物种数均是多毛类最多，分别为 9 种和 10 种。

◆ 栖息密度

C3 断面大型底栖生物平均栖息密度 1956ind./m²，低潮区>中潮区>高潮区。高潮区多毛类为栖息密度优势类群，优势种是腺带刺沙蚕；中潮区和低潮区均是甲壳类栖息密度占优势，优势种是螺赢蜚，优势类群其次是多毛类，优势种巴林虫。

◆ 生物量

C3 断面大型底栖生物平均生物量为 39.47g/m²，高潮区>中潮区>低潮区。高潮区、中潮区和低潮区生物量优势类群均是多毛类，优势种是腺带刺沙蚕和巴林虫。

◆ 生态指数

C3 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 2.41、0.65 和 1.13，多样性指数潮区中<高潮区<低潮区，均匀度指数中潮区<低潮区<高潮区，丰度指数高潮区<低潮区<中潮区 (表 4.7-19)

表4.7-19 春季大亚湾潮间带C3 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数 (H)	2.40	2.38	2.46	2.41
均匀度指数 (J)	0.69	0.60	0.67	0.65
丰度指数 (d)	0.92	1.37	1.10	1.13

③C4 断面

◆ 种类组成

C4 断面位于大亚湾西侧 (深圳一侧)，沙泥底质，底表有砾石和植物。

在 C4 断面定量采集获得大型底栖生物 63 种，其中刺胞动物和纽形动物各 1 种，多毛类 27 种，蠕虫动物 1 种、腹足类 1 种、双壳类 19 种，甲壳类 10 种，棘皮动物 1 种，鱼类 1 种。在 C4 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 9 种、40 种和 46 种。

◆ 栖息密度

C4 断面大型底栖生物平均栖息密度为 1629ind./m²，低潮区>中潮区>高潮区。高潮区栖息密度优势类群是双壳类，优势种是楔形斧蛤；中潮区和低潮区栖息密度优势类群均是多毛类，优势种是腺带刺沙蚕。

◆ 生物量

C4 断面大型底栖生物平均生物量为 188.64g/m²，低潮区>中潮区>高潮区生物量优

势生物类群是双壳类，优势种是楔形斧蛤；中潮区和低潮区的生物量优势类群均是多毛类，优势种是腺带刺沙蚕。

◆生态指数

C4 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 2.70、0.59 和 2.83，多样性指数高潮区<低潮区<中潮区，均匀度指数低潮区<中潮区<高潮区，丰度指数高潮区<中潮区<低潮区（表 4.7-20）。

表4.7-20 春季大亚湾潮间带C4 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数 (H)	2.08	3.15	2.87	2.70
均匀度指数 (J)	0.66	0.59	0.52	0.59
丰度指数 (d)	1.06	3.63	3.81	2.83

④C5 断面

◆种类组成

C5 断面位于大亚湾西侧（深圳一侧），砾石混合底质。

春季在 C5 断面定量采集获得大型底栖生物 84 种，其中刺胞动物、扁形动物和纽形动物各 1 种，多毛类 41 种，星虫动物 1 种，多板类 1 种，腹足类 2 种，双壳类,18 种，甲壳类 13 种，海蜘蛛 1 种，棘皮动物 2 种，鱼类 1 种，藻类 1 种。在 C5 断面高潮区、中潮区和低潮区分别采集到大型底栖生物 11 种、51 种和 60 种。

◆栖息密度

C5 断面大型底栖生物平均栖息密度为 2860ind./m²，低潮区>高潮区>中潮区。高潮区大型底栖生物优势类群是甲壳类，优势种是钩虾；、中潮区和低潮区的栖息密度优势类群均是多毛类，优势种是红角沙蚕和须稚齿虫。

◆生物量

C5 断面大型底栖生物平均生物量为 81.72g/m²，中潮区>低潮区>高潮区。高潮区生物量优势类群是甲壳类，优势种是鲜明鼓虾；中潮区和低潮区生物量优势类群均是双壳类，优势种是凸加夫蛤。

◆生态指数

C5 断面大型底栖生物多样性指数 (H)、均匀度指数 (J) 和丰度指数 (d) 平均值分别为 2.66、0.52 和 3.37，多样性指数和均匀度指数高潮区<低潮区<中潮区，丰度指数高潮区<中潮区<低潮区（表 4.7-21）。

表4.7-21 春季大亚湾潮间带C5 断面大型底栖生物的3 种生态指数

生态指数	高潮区	中潮区	低潮区	平均
多样性指数 (H)	1.40	3.64	2.95	2.66
均匀度指数 (J)	0.41	0.65	0.50	0.52
丰度指数 (d)	0.89	4.43	4.81	3.37

⑤小结

2021年春季在大亚湾项目区附近(C2~C5断面)共采集到潮间带底栖生物104种,其中多毛类种数最多,为50种,占总数的48.1%。项目区调查各断面的平均生物量为9.67~188.64g/m²,均值为79.88g/m²,平均栖息密度为1389~2860ind/m²,均值为1959ind/m²。大型底栖生物多样性指数(H)、均匀度指数(J)和丰度指数(d)均值分别为2.16、0.53和1.97。

4.6.2.8 鱼卵仔鱼

(1) 2020年秋季

①种类组成

2020年秋季调查水平和垂直拖网共采到鱼卵8542粒,仔稚鱼61尾。共鉴定鱼卵4目8科9属10种,主要是鲱形目、鲷形目、鲈形目和鲹形目,以鲈形目种类数占优;仔稚鱼为7目12科14属14种,主要是鲱形目、鲈形目、鲹形目、鳕形目、仙女鱼目和鲷形目,以鲈形目种类数占优。鱼卵以康氏侧带小公鱼数量占绝对优势,占总数的59.82%,其次是黄斑光胸鲷,占13.27%,多鳞鱈占12.84%,黄姑鱼占5.88%,日本瞳鲷占4.07%,其余种类占4.12%;仔稚鱼中出现数量最多的是康氏侧带小公鱼,占总数的14.75%,其次是犀鳕属和孔鰕虎鱼,各占13.11%,卡氏叫姑鱼占11.48%,拉氏狼牙鰕虎鱼和黄斑光胸鲷各占8.20%,多鳞鱈和弓斑多纪鲷各占6.56%,其余种类占18.03%。

②种类平面分布

在本次调查中,垂直拖网捕获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为7种和12种,但绝大多数站位在1~2种,站位差异不明显;水平网捕获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为9种和8种,但各差异较大。

◆鱼卵

所有调查站均有捕获,但各站位种类数差异显著。种类数范围为1(站位7和60)~6种(站位36和61),平均物种数为3种。站位36出现康氏侧带小公鱼、黄斑光胸鲷、多鳞鱈、黄姑鱼、日本瞳鲷和褐菖鲷等6种鱼卵;站位61出现康氏侧带小公鱼、

黄斑光胸鲷、多鳞鱧、黄姑鱼、日本瞳鲷和卡氏叫姑鱼等 6 种鱼卵。

◆仔稚鱼

除 60 和 62 两个站未采获仔稚鱼外，其他 16 个站均有采获，种类数范围为 1~4 种，多数站位为 1~2 种，最高种类数出现在站位 48，采获康氏侧带小公鱼、金头鲷、小沙丁鱼和拉氏狼牙鰕虎鱼等 4 种仔稚鱼。

③垂直拖网数量分布

本次调查垂直拖网采获鱼卵 44 粒，以多鳞鱧占优势，占全部鱼卵总数的 34.09%，其次是黄斑光胸鲷，占 20.45%，黄姑鱼占 15.91%，康氏侧带小公鱼占 13.64%，单孔舌鲷占 6.82%，杂色鱧和日本瞳鲷各占 4.55%。仔稚鱼 27 尾，主要是卡氏叫姑鱼和犀鲷属，分别占总数的 22.22%和 18.52%，拉氏狼牙鰕虎鱼和黄斑光胸鲷各占 11.11%，孔鰕虎鱼和康氏侧带小公鱼各占 7.41%，其他种类占 22.22%。

◆鱼卵

除 8、11、20、33 和 61 等 5 个站未采获鱼卵外，其他 13 个站鱼卵丰度较低，丰度范围为 204.96×10^{-3} (站位 13) ~ $2325.58 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (站位 67)，平均丰度为 $1055.82 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾外站位 67 的高丰度主要由多鳞鱧、日本瞳鲷、单孔舌鲷和黄斑光胸鲷等多种鱼类贡献，另一高丰度区位于大辣甲和桑洲岛之间海域(站位 46 和 48)，主要由多鳞鱧、黄姑鱼和康氏侧带小公鱼贡献。

◆仔稚鱼

除 7、11、13、36 和 61 等 5 个站未采获仔稚鱼外，其他 13 个站仔稚鱼丰度较低，丰度范围为 193.80×10^{-3} (站位 69) ~ $1282.14 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (站位 20)，平均丰度为 $430.87 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾西北角许州至沙鱼洲海域是仔稚鱼丰度高值区，主要由拉氏狼牙鰕虎鱼、卡氏叫姑鱼和孔鰕虎鱼贡献；湾外的高丰度站位 60 主要由弓斑多纪鲷、布氏须鲷、多鳞鱧和大黄鱼等贡献。

④水平拖网数量分布

本次调查水平拖网所获得鱼卵数量较多，仔稚鱼数量较少。水平拖网采获鱼卵 8498 粒，以康氏侧带小公鱼占绝对优势，占全部鱼卵总数的 73.29%，其次是黄斑光胸鲷，占 16.60%，多鳞鱧占 8.35%，其他种类占 1.75%。仔稚鱼 34 尾，主要是康氏侧带小公鱼和金头鲷，分别占总数的 23.53%和 20.59%，小沙丁鱼和黄斑光胸鲷各占 14.71%，多鳞鱧占 11.76%，孔鰕虎鱼占 8.82%，其他种类占 5.88%。

◆鱼卵

水平拖网鱼卵丰度较高，所有调查站均有采获，但各站位数量差异显著。丰度范围

为 $12.16 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (站位 30) $\sim 9105.99 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (站位 48), 平均丰度为 $1316.86 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。辣甲列岛周边及以东至桑洲岛海域是鱼卵丰度高值区, 主要由康氏侧带小公鱼、黄斑光胸鲷、多鳞鱧等贡献。

◆仔稚鱼

除 60 和 62 两个站未采获仔稚鱼外, 其他 16 个站仔稚鱼丰度较低, 丰度范围为 $3.75 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (站位 36) $\sim 382.90 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (站位 13), 平均丰度为 $49.67 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾东北角的范和港湾口 (站位 13) 仔稚鱼高丰度主要由康氏侧带小公鱼贡献, 辣甲列岛东侧的高丰度区主要由金头鲷和康氏侧带小公鱼贡献。

⑤优势种及其分布

2020 年秋季调查中, 垂直拖网采获的鱼卵、仔稚鱼与水平网采获的仔稚鱼种类数量少且出现频率均较低, 不具有优势种的统计意义, 且多数数量占优种类在水平网采获的鱼卵中皆有出现, 故以水平拖网的鱼卵种类数据为准, 按优势度 $Y \geq 0.02$ 为依据统计各调查的优势种类。本次调查海域的优势种依次为康氏侧带小公鱼、黄斑光胸鲷和多鳞鱧。

⑥小结

2020 年秋季调查水平和垂直拖网共采到鱼卵 8542 粒, 分属 4 目 8 科 9 属 10 种, 主要是康氏侧带小公鱼、黄斑光胸鲷和多鳞鱧; 采获仔稚鱼 61 尾, 分属 7 目 12 科 14 属 14 种, 主要是康氏侧带小公鱼、犀鲷属、孔鲷虎鱼和卡氏叫姑鱼。

垂直拖网采获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为 7 种和 12 种, 但绝大多数站位在 1~2 种, 站位差异不明显; 鱼卵平均丰度为 $1055.82 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 仔稚鱼平均丰度为 $430.87 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。水平网采获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为 9 种和 8 种, 但各站位差异较大; 鱼卵平均丰度为 $1316.86 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 仔稚鱼平均丰度为 $49.67 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。辣甲列岛周边及以东至桑洲岛海域是鱼卵丰度高值区, 主要由康氏侧带小公鱼、黄斑光胸鲷、多鳞鱧等贡献; 大亚湾顶海域及辣甲列岛东侧海域是仔稚鱼丰度高值区, 前者主要由拉氏狼牙鲷虎鱼、卡氏叫姑鱼和孔鲷虎鱼贡献; 后者主要由金头鲷和康氏侧带小公鱼贡献。

(2) 2021 年春季

①种类组成

2021 年春季大亚湾海域调查水平和垂直拖网采到鱼卵 14120 粒, 仔稚鱼 232 尾, 共鉴定鱼卵 7 目 20 科 30 属 32 种, 主要是鲱形目、鲷形目、鲷形目、鲈形目等, 以鲈形目种类数占优; 仔稚鱼为 6 目 16 科 25 属 27 种, 主要是鲱形目、鲷形目、鲈形目

目等，以鲈形目种类数占优。鱼卵中数量最多的是裘氏小沙丁鱼，占总数的 21.71%，其次是黄斑光胸鲷，占 18.17%，项斑项鲷占 15.63%；仔稚鱼中出现数量最多的是项斑项鲷，占总数的 17.24%，其次是黑尾小沙丁鱼，占总数的 15.52%，裘氏小沙丁鱼占 12.07%，康氏侧带小公鱼占 11.64%。

②种类平面分布

垂直拖网捕获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为 28 种和 22 种，水平拖网采获得鱼卵和仔稚鱼种类数分别为 25 种和 16 种，且各站位差异明显。

鱼卵在所有调查站均有捕获，但各站位种类数差异显著。种类数范围为 2~7 种，平均物种数为 4 种。辣甲列岛以东及三门岛北部海域种类数较多。站位 50 出现裘氏小沙丁鱼、黄斑光胸鲷、多鳞鱈、日本海鲷、长棘银鲈、凡氏下银汉鱼和日本瞳鲷等 7 种鱼卵；站位 63 出现项斑项鲷、棱鳀属、黑尾小沙丁鱼、日本金线鱼、长鳍莫鲷、金带细鲷和三线矶鲈等 7 种鱼卵。

所有调查站均有捕获仔稚鱼，但各站位种类数差异显著。种类数范围为 2~9 种，平均物种数为 4 种，种类数呈现由大亚湾湾顶向湾口及湾外逐渐增多的平面分布特征。站位 63 出现黑尾小沙丁鱼、裘氏小沙丁鱼、项斑项鲷、长棘银鲈、台湾叫姑鱼、宽条鹦天竺鲷、尾斑光鳃鱼、二长棘犁齿鲷和日本竹筴鱼等 9 种仔稚鱼。

③垂直拖网数量分布

2021 年春季调查垂直拖网鱼卵 1076 粒，仔稚鱼 564 尾。鱼卵以黄斑光胸鲷占优势，占全部鱼卵总数的 18.65%，其次是圆吻海鲷，占 12.23%，裘氏小沙丁鱼占 10.92%，项斑项鲷占 10.73%，黑尾小沙丁鱼占 9.64%，前鳞鲈占 5.67%，其余种类占 25.19%；仔稚鱼主要是项斑项鲷、黑尾小沙丁鱼和裘氏小沙丁鱼，分别占总数的 22.36%、21.87% 和 17.89%，长鳍莫鲷占 8.45%，黄姑鱼占 5.76%，其余种类占 32.10%。

◆鱼卵

所有站位均捕获鱼卵，但站位丰度差异较大，丰度范围为 $396.82 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (48 站) ~ $20833.33 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (11 站)，平均丰度为 $5300.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。范和港 11 站位的高丰度主要由黄斑光胸鲷、圆吻海鲷和前鳞鲈等贡献；另一高丰度区在小辣甲东西两侧 (36 和 33 站)，主要由黑尾小沙丁鱼、项斑项鲷、黄斑光胸鲷和花鲷等贡献；三门岛及青州周围海域高丰度主要由裘氏小沙丁鱼、棱鳀属和日本金线鱼等贡献。

◆仔稚鱼

除 7、11、13 和 20 等 4 个站未捕获仔稚鱼外，其他 14 个站仔稚鱼丰度差异较大，丰度范围为 $234.74 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (50 站) ~ $12160.45 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ (69 站)，平均

丰度为 $2330.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。湾外站位仔稚鱼丰度普遍较高，湾内桑洲及沙鱼洲附近有高值分布。湾外主要由裘氏小沙丁鱼、长鳍莫鲯、项斑项鲷、黄姑鱼、黑尾沙丁鱼和长棘银鲈等贡献；桑洲附近主要由项斑项鲷、黑尾沙丁鱼和杂色鱈等贡献；沙鱼洲附近主要由黑尾沙丁鱼贡献。

④水平拖网数量分布

春季调查水平拖网捕获鱼卵和仔稚鱼数量均显著多于垂直拖网，且高于秋季调查；其中鱼卵 13044 粒，仔稚鱼 1873 尾。鱼卵以裘氏小沙丁鱼占优势，占全部鱼卵总数的 15.36%，其次是黄斑光胸鲷，占 14.44%，项斑项鲷占 11.36%，圆吻海鲷占 9.56%，多鳞鱈占 6.02%，棱鲉属占 5.09%，其余 19 种占 38.17%；仔稚鱼主要是黑尾小沙丁鱼、裘氏小沙丁鱼和项斑项鲷，分别占总数的 20.88%、17.61%和 14.16%，长鳍莫鲯占 9.02%，黄姑鱼占 7.29%，黄斑光胸鲷占 7.05%，长棘银鲈占 6.03%，其余 9 种占 17.96%。

◆鱼卵

所有站位均捕获鱼卵，且多数站位均有较高丰度，丰度范围为 $2588.54 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ （61 站） $\sim 10859.26 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ （8 站），平均丰度为 $5650.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。较高丰度站位多分布于大亚湾内，沙鱼洲南部高丰度主要由圆吻海鲷、黄斑光胸鲷和虎鲉属贡献；辣甲列岛以东至桑洲海域高丰度主要由裘氏小沙丁鱼、黄斑光胸鲷、项斑项鲷、多鳞鱈、银鲈属、花鲷和康氏侧带小公鱼等贡献；三门岛至青州海域主要由裘氏小沙丁鱼、项斑项鲷、日本金线鱼、黑尾小沙丁鱼和棱鲉属等贡献。

◆仔稚鱼

所有站位均捕获仔稚鱼，但多数站位丰度不高，丰度范围为 $501.23 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ （7 站） $\sim 8287.63 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ （69 站），平均丰度为 $2850.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。湾中及湾外仔稚鱼丰度相对较高，湾中在辣甲列岛及以东至桑洲有高值分布，主要由项斑项鲷、裘氏小沙丁鱼、黑尾沙丁鱼、长棘银鲈和杂色鱈贡献；此外，三门至青州之间由高丰度分布，主要由裘氏小沙丁鱼、长鳍莫鲯、黄姑鱼、黑尾沙丁鱼和长棘银鲈等贡献。

⑤优势种及其分布

2021 年春季调查垂直拖网及水平拖网种类数及丰度均有较高数量，以垂直拖网定量的鱼卵、仔稚鱼数据为准，按优势度 $Y \geq 0.02$ 为依据统计本调查优势种类。春季鱼卵的优势种依次为黄斑光胸鲷、项斑项鲷和黑尾小沙丁鱼，仔稚鱼的优势种依次为项斑项鲷、黑尾小沙丁鱼和裘氏小沙丁鱼。

◆鱼卵

黄斑光胸鲷优势度（Y）为 0.06，出现频率为 33.33%，丰度最高值出现在范和港

的 11 站, 为 $8333.33 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 最低值出现在大辣甲西侧的 50 站, 仅为 $234.74 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 调查海域平均丰度为 $2965.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾湾顶海域是黄斑光胸鲷鱼卵的主要分布区域。

项斑项鲷优势度 (Y) 为 0.05, 出现频率为 44.44%, 丰度最高值出现在大鹏湾湾口东北角的 36 站, 为 $3571.43 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 最低值出现在大亚湾湾外的 67 站, 仅为 $347.22 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 调查海域平均丰度为 $1278.87 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。项斑项鲷鱼卵呈斑块分布, 大鹏湾湾口东北角海域及三门至青州海域是其主要分布区域。

黑尾小沙丁鱼优势度 (Y) 为 0.03, 出现频率为 27.78%, 丰度最高值出现在大鹏湾湾口东北角的 36 站, 为 $7539.68 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 最低值出现在大三门岛北部的 63 站, 仅为 $114.16 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 调查海域平均丰度为 $1839.78 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大鹏湾湾口东北角海域是黑尾小沙丁鱼鱼卵的主要分布区域。

◆仔稚鱼

项斑项鲷优势度 (Y) 为 0.09, 出现频率为 38.89%, 丰度最高值出现在青州岛北部的 69 站, 为 $3494.62 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 最低值出现在大三门岛北部的 63 站, 仅为 $228.31 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 调查海域平均丰度为 $1341.15 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾湾中部海域是项斑项鲷仔稚鱼相对集中区域, 此外, 三门岛至青州海域也是其重要分布区。

黑尾小沙丁鱼优势度 (Y) 为 0.08, 出现频率为 38.89%, 丰度最高值出现在沙洲南部的 8 站, 为 $3333.33 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 最低值出现在湾外调查海域东部的 60 站, 仅为 $378.79 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 调查海域平均丰度为 $1312.16 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾湾外站位黑尾小沙丁鱼的丰度高于湾内多数站位, 除了 8 站, 湾内仅在桑洲北部的 46 站有采获该种仔稚鱼。

裘氏小沙丁鱼优势度 (Y) 为 0.05, 出现频率为 27.78%, 丰度最高值出现在大亚湾湾外的 67 站, 为 $3819.44 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 最低值出现在大三门岛北部的 63 站, 仅为 $228.32 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$, 调查海域平均丰度为 $1502.51 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。大亚湾内仅站位 30 有采获该种仔稚鱼, 其余均出现在湾外站位。

⑥小结

2021 年春季调查水平和垂直拖网采到鱼卵 14120 粒, 仔稚鱼 232 尾。鱼卵分属 7 目 20 科 30 属 32 种, 主要是裘氏小沙丁鱼、黄斑光胸鲷、项斑项鲷、圆吻海鲷和多鳞鲷; 仔稚鱼分属 6 目 16 科 25 属 27 种, 主要是项斑项鲷、黑尾小沙丁鱼、裘氏小沙丁鱼、康氏侧带小公鱼、长鳍莫鲷和黄姑鱼。

垂直拖网采获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为 28 种和 22 种, 湾外站位鱼卵和仔稚

鱼种类数高于湾内绝大多数站位。鱼卵平均丰度为 $5300.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ ，仔稚鱼平均丰度为 $2330.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。水平网捕获的鱼卵和仔稚鱼种类数分别为 25 种和 16 种，鱼卵种类数在大亚湾中部海域较丰富，仔稚鱼种类数则呈现湾外向湾内逐渐减少的趋势；鱼卵平均丰度为 $5650.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ ，仔稚鱼平均丰度为 $2850.00 \times 10^{-3} \text{ind./m}^3$ 。辣甲列岛周边仍是鱼卵丰度高值区之一，主要由黑尾小沙丁鱼、黄斑光胸鲷、花鲷等贡献；但鱼卵丰度最高区是位于范和港的 11 号站，是圆吻海鲷、黄斑光胸鲷和前鳞鲷的高密度分布区；此外，三门-青州周边海域在春季既是鱼卵高丰度分布区，亦是鱼卵多样性较高海区，主要由裘氏小沙丁鱼、棱鲷属、日本金线和项斑项鲷等贡献，还分布有一定数量的鱼云斑海猪鱼和四带牙鲷。辣甲列岛东侧海域至桑洲岛海域是春季仔稚鱼丰度高值区，主要由项斑项鲷、黑尾小沙丁鱼和长崎莫鲷等贡献；但仔稚鱼丰度最高区是位于三门-青州周边海域，主要由项斑项鲷、裘氏小沙丁鱼和长崎莫鲷等贡献，仔稚鱼多样性也较高。

4.6.2.8 游泳动物

(1) 2020 年秋季

① 种类组成

2020 年秋季共鉴定出游泳动物共 156 种，其中鱼类 88 种 (56.41%)、甲壳类 63 种 (40.38%)、头足类 5 种 (3.21%)。甲壳类又分为：虾类、蟹类、虾蛄类。

鱼类共 88 种，隶属于 1 纲 (辐鳍鱼纲) 11 目 37 科 62 属。在目的水平，鲈形目种类最多，共计 18 科 58 种，占鱼类物种总数的 65.91%；其次是鲱形目，共计 3 科 8 种，占鱼类物种总数的 9.09%。在科的水平，鰕虎鱼科的种类最多，共计 13 种，占鱼类物种总数的 14.77%，其次是石首鱼科，共计 9 种，占鱼类物种总数 10.23%。

甲壳类共 63 种，隶属 1 纲 (软甲纲) 2 目 12 科。在科的水平，梭子蟹科种类最多，为 18 种，占甲壳类物种总数的 28.57%；其次是对虾科，为 14 种，占甲壳类物种总数的 22.22%。头足类共 5 种，隶属 1 纲 (头足纲) 2 目 3 科 3 属。

② 空间分布

大亚湾外的种类数普遍高于湾内。其中，湾外 6 个站位的种类数均超过 50 种，而湾内大部分站位的种类数不超过 45 种。69 站位的种类总数最多 (63 种)，20 站位的种类数最少 (28 种)。鱼类种类数中，69 站位的最多 (35 种)、13 站位和 20 站位最少 (10 种)。甲壳类种类数中，69 站位的最多 (28 种)、36 站位最少 (16 种)。仅 4 个站位有头足类，其中 50 站位的最多 (3 种)。同时湾内大多数站位甲壳类种类数高于鱼类，而湾外大多数站位鱼类种类数高于甲壳类。

③渔获率

◆体质量渔获率 (kg/h·网)

秋季 15 个站位的渔获物总体质量为 125.16kg/h·网, 其中鱼类 38.15kg/h·网 (30.48%)、甲壳类 86.22kg/h·网 (68.89%)、头足类 0.80kg/h·网 (0.64%)。

各站位平均体质量渔获率为 8.34kg/h·网, 范围为 2.88kg/h·网 (湾外 63 站位, 最低)~19.62kg/h·网 (湾口 46 站位, 最高)。湾内 17 站位鱼类体质量渔获率最高 (7.21kg/h·网), 湾口 46 站位甲壳类体质量渔获率最高 (15.37kg/h·网), 湾口 50 站位头足类渔获率质量最高 (0.52kg/h·网)。湾内 13 站位鱼类体质量渔获率最低 (0.38kg/h·网), 湾内 20 站位甲壳类体质量渔获率最低 (0.91kg/h·网)。

◆个体数渔获物 (ind./h·网)

2020 年秋季 15 个站位的渔获物总个体数为 11028ind./h·网, 各站位平均体质量渔获率为 735ind./h·网, 其中鱼类 2720 尾/h·网, 占总量的 24.67%; 甲壳类 8295 只/h·网, 占总量的 75.22%; 头足类 13 只/h·网, 占总量的 0.12%。

2020 年秋季 15 个站位的个体数渔获率范围为 241-1322ind./h·网, 其中 50 站位个体数渔获率最多 (1322ind./h·网), 20 站位个体数渔获率最少 (241ind./h·网)。另外, 17 站位鱼类个体数渔获率最多, 为 454 尾/h·网; 48 站位甲壳类个体数渔获率最多, 为 1077 只/h·网; 50 站位头足类个体数渔获率最高, 为 6 只/h·网。13 站位鱼类个体数渔获率最少, 为 28 尾/h·网; 20 站位甲壳类个体数渔获率最少, 为 58 只/h·网。

综上, 大亚湾海域 2020 年秋季底拖网调查中, 湾口的游泳动物体质量和个体数渔获率普遍高于湾内和湾外。甲壳类平均体质量和个体数渔获率均最高, 鱼类次之, 头足类最小。因此, 甲壳类已成为大亚湾捕捞的主要类群。

④资源密度

◆体质量密度

秋季 15 个站位的渔获物平均体质量密度为 928.54 kg/km², 范围为 319.02kg/km² (湾外 63 站位, 最低)~2224.97 kg/km² (湾口 46 站位, 最高)。湾内 17 站位鱼类体质量密度最高 (800.72kg/km²), 湾口 46 站位甲壳类体质量密度最高 (1743.45kg/km²), 湾口 50 站位头足类体质量密度最高 (56.86kg/km²)。湾内 13 站位鱼类体质量密度最低 (42.68kg/km²), 20 站位甲壳类体质量密度最低 (91.61kg/km²)。

◆个体数密度

秋季 15 个站位的渔获物平均个体数密度为 80433ind./km², 范围为 25351ind./km² (湾内 20 站位, 最低)~145275ind./km² (湾口 50 站位, 最高)。湾内 17 站位鱼类个

体数密度最高（50444ind./km²），湾口 48 站位甲壳类个体数密度最高（114286ind./km²），湾口 50 站位头足类个体数密度最高（659ind./km²）。湾内 13 站位鱼类个体数密度最低（3111ind./km²），湾内 20 站位甲壳类个体数密度最低（6052ind./km²）。

综上，大亚湾海域 2020 年秋季底拖网调查中，甲壳类平均体质量密度(kg/km²)和平均个体数密度(ind./km²)均最高，鱼类次之，头足类最小。总的来说，大亚湾湾口的游泳动物密度最高。

⑤优势种

◆游泳动物各类群相对重要性指数 IRI

大亚湾海域 2020 年秋季底拖网调查中，甲壳类的相对多样性指数 IRI 最高（12608.57），鱼类次之（4035.35），头足类最少（7.03）。

◆优势种和常见种

根据相对重要性指数 IRI 值分类依据，确定 8 种游泳动物为优势种，其中鱼类 1 种、甲壳类 7 种。确定常见种有 12 种，其中鱼类 3 种、甲壳类 9 种。大亚湾海域 2020 年秋季底拖网调查中，优势种中具有较高经济价值的物种有：长叉三宅口虾蛄、口虾蛄、宽突赤虾、红星梭子蟹，均为甲壳类。常见种中具有较高经济价值的物种有：勒氏枝鳔石首鱼、海鳗、墨吉对虾、断脊小口虾蛄、猛虾蛄、近缘新对虾、锈斑螳、远海梭子蟹。

⑥生态评价指数

体质量多样性指数（H'）范围在 3.14（13 站位）-4.95（67 站位），个体数种类多样性指数（H'）范围在 2.39（20 站位）-4.66（69 站位）；

体质量均匀度指数（J'）范围在 0.56（48 站位）-0.85（67 站位），个体数均匀度指数（J'）范围在 0.50（20 站位、48 站位）-0.78（69 站位）；

体质量丰富度指数（d）在 3.57（20 站位）-7.62（69 站位），个体数丰富度指数（d）在 5.43（20 站位）-11.24（69 站位）。

⑦小结

2020 年秋季调查共鉴定出游泳动物共 156 种，其中鱼类 88 种、甲壳类 63 种、头足类 5 种。各站位平均体质量渔获率为 10.43kg/h·网，体质量密度范围为 10.08-65.60kg/km²，各站位平均体质量密度为 26.13kg/km²，个体数密度范围为 886.63-4078.99ind./km²，各站位平均个体数密度为 2156.29ind./km²，湾口的游泳动物体质量和个体数渔获率普遍高于湾内和湾外。甲壳类平均体质量和个体数渔获率均最高。优势

种中具有较高经济价值的物种有：长叉三宅口虾蛄、口虾蛄、宽突赤虾、红星梭子蟹，均为甲壳类。常见种中具有较高经济价值的物种有：勒氏枝鳔石首鱼、海鳗、墨吉对虾、断脊小口虾蛄、猛虾蛄、近缘新对虾、锈斑蛄、远海梭子蟹。体质量多样性指数和个体数种类多样性指数平均值分别为 3.90 和 3.53，均匀度指数平均值分别为

0.70 和 0.64，丰富度指数平均值分别为 3.65 和 7.89，游泳动物种间个体分布较均匀，群落结构较稳定。

(2) 2021 年春季

①种类组成

2021 年春季共鉴定游泳动物 124 种，其中鱼类 62 种（50%，占比最高）、甲壳类（虾类、蟹类、虾蛄类）57 种（45.97%，占比次之）、头足类 5 种（4.03%，占比最低）。

鱼类 62 种，隶属于 1 纲（辐鳍鱼纲）11 目 42 科。在目的水平，鲈形目种类最多，其次是鲱形目，其三是鲷形目。在科的水平，石首鱼科和鰕虎鱼科的种类最多。

甲壳类 57 种，隶属 1 纲（软甲纲）2 目 15 科，在科的水平，梭子蟹科种类最多，其次是对虾科，其三是虾蛄科。头足类共 5 种，隶属 1 纲（头足纲）2 目。

②空间分布

2021 年春季大亚湾调查共鉴定游泳动物共 124 种，少于秋季。两个季节均是鱼类占比最高、甲壳类次之、头足类占比最低。大亚湾湾外物种数普遍高于湾内。湾外 61 站位、62 站位和 69 站位物种数最多（49 种），湾口 50 站位物种数最少（31 种），湾外大部分站位物种数均超过 45 种，而湾内 6 个站位物种数都不超过 45 种。湾内 36 站位鱼类物种数最多（25 种），湾口 50 站位最少（9 种）。湾内 13 站位和湾外 67 站位甲壳类物种数最多（27 种），湾内 36 站位最少（14 种）。从类群看，湾内和湾外大多数站位甲壳类物种数高于鱼类。

③渔获率

◆体质量渔获率（kg/h 网）

2021 年春季的渔获物总体质量为 70.79kg/h·网，其中鱼类 28.59kg/h·网（占 40.38%）、甲壳类 41.30kg/h·网（占 58.34%）、头足类 0.91kg/h·网（占 1.28%）。

各站位平均体质量渔获率为 4.72kg/h·网，范围为 2.17kg/h·网（湾内 30 站位）~8.74kg/h·网（湾口 48 站位）。湾内 36 站位鱼类体质量渔获率最高（4.86kg/h·网），湾口 48 站位甲壳类体质量渔获率最高（6.93kg/h·网），湾外 61 站位头足类渔获率质量最高（0.18kg/h·网）。湾口 50 站位鱼类体质量渔获率最低（0.32kg/h·网），湾内 36 站位甲壳类体质量渔获率最低（0.60kg/h·网）。

◆个体数渔获物 (ind./h·网)

2021年春季的渔获物总个体数为 9214ind./h·网, 其中鱼类 3752ind./h·网 (占 40.73%)、甲壳类 5380ind./h·网 (占 58.39%)、头足类 81ind./h·网 (占 0.88%)。

各站位平均个体数渔获率为 614ind./h·网, 变化范围为 186ind./h·网 (湾内 20 站位)~1247ind./h·网 (湾口 48 站位)。湾外 69 站位鱼类个体数渔获率最高 (603ind./h·网), 湾口 48 站位甲壳类个体数渔获率最高 (887ind./h·网), 湾外 61 站位头足类个体数渔获率最高 (19ind./h·网)。湾内 30 站位鱼类个体数渔获率最低 (70ind./h·网), 湾内 20 站位甲壳类个体数渔获率最低 (85ind./h·网)。

综上, 大亚湾海域 2021 年春季渔业资源调查结果表明, 湾口的渔获物总体质量数渔获率和总个体数渔获率均高于湾内和湾外, 甲壳类的体质量渔获率和个体数渔获率在大多数站位均高于鱼类。因此, 甲壳是目前大亚湾海域捕捞的主要类群。

④资源密度

◆体质量密度

2021年春季的渔获物平均体质量密度为 506.65kg/km², 范围为 236.34kg/km² (湾内 30 站位)~755.33kg/km² (湾内 17 站位)。湾内 36 站位鱼类体质量密度最高 (573.60kg/km²), 湾内 13 站位甲壳类体质量密度最高 (595.00kg/km²)。湾口 50 站位鱼类体质量密度最低 (34.59kg/km²), 湾内 36 站位甲壳类体质量密度最低 (71.41kg/km²)。

◆个体数密度

2021年春季的渔获物平均个体数密度为 64356ind./km², 范围为 15440ind./km² (湾内 20 站位)~113995ind./km² (湾外 63 站位, 最高)。湾外 69 站位鱼类个体数密度最高 (77178ind./km²), 湾口 48 站位甲壳类个体数密度最高 (75489ind./km²), 湾外 61 站位头足类个体数密度最高 (1926ind./km²)。湾口 46 站位鱼类个体数密度最低 (6291ind./km²), 湾内 20 站位甲壳类个体数密度最低 (7040ind./km²)。

综上, 大亚湾海域 2021 年春季渔业资源调查结果表明, 湾口的游泳动物体质量密度和个体数密度均较高; 甲壳类的体质量密度和个体数密度在大多数站位均高于鱼类。因此, 甲壳是目前大亚湾海域捕捞的主要类群。

⑤优势种

◆游泳动物各类群相对重要性指数 IRI

大亚湾海域 2021 年春季底拖网调查中, 甲壳类的相对多样性指数 IRI 最高 (9943.86), 鱼类次之 (5313.99), 头足类最少 (126.57)。

◆优势种和常见种

2021年秋季春季共确定11种游泳动物为优势种，其中鱼类2种、甲壳类9种。确定常见种有14种，其中鱼类8种、甲壳类6种。优势种中具有较高经济价值的物种有二长棘犁齿鲷、长叉三宅口虾蛄、断脊小口虾蛄、口虾蛄、宽突赤虾。常见种中具有较高经济价值的物种有：龙头鱼、日本竹筴鱼、猛虾蛄和墨吉对虾。

⑥生态评价指数

体质量多样性指数 (H') 范围在 2.80 (69 站位) -4.22 (63 站位)，个体数种类多样性指数 (H') 范围在 2.44 (69 站位) -3.13 (46 和 61 站位)；

体质量均匀度指数 (J') 范围在 0.50 (69 站位) -0.79 (50 站位)，个体数均匀度指数 (J') 范围在 0.43 (69 站位) -0.60 (46 站位)；

体质量丰富度指数 (d) 在 3.95 (50 站位) -6.07 (62 站位)，个体数丰富度指数 (d) 在 4.75 (50 站位) -7.48 (62 站位)。

依据上述结果，说明大亚湾海域 2021 年春季的生态环境较好，种间个体分布较均匀，群落结构较稳定。

⑦小结

2021年春季调查共鉴定出游泳动物共124种，其中鱼类62种、甲壳类57种、头足类5种。平均体质量密度为 $506.65\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $236.34\sim 755.33\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均个体数密度为 $64356\text{ind.}/\text{km}^2$ ，范围为 $15440\sim 113995\text{ind.}/\text{km}^2$ 。湾口的游泳动物体质量和个体数渔获率普遍高于湾内和湾外。甲壳类平均体质量和个体数渔获率均最高。优势种中具有较高经济价值的物种有二长棘犁齿鲷、长叉三宅口虾蛄、断脊小口虾蛄、口虾蛄、宽突赤虾。常见种中具有较高经济价值的物种有：龙头鱼、日本竹筴鱼猛虾蛄和墨吉对虾。2021年春季游泳动物体质量多样性指数和个体数种类多样性指数平均值分别为 3.79 和 2.91，均匀度指数平均值分别为 0.70 和 0.54，丰富度指数平均值分别为 5.28 和 6.66，种间个体分布均匀，群落结构稳定。

4.8 海洋生物质量现状调查与评价

本次收集厦门大学于 2020 年 9 月 30 日~10 月 1 日（秋季）和 2021 年 3 月 14 日~15 日（春季）在大亚湾海域开展了海洋生物质量调查资料。

4.8.1 调查站位与调查时间、调查种类

2020 年秋季在大亚湾海共布设 7 个站位，选取贻贝、文蛤、花蛤、牡蛎进行海洋生物质量监测，调查站位见图 4.3-23.29 中的 1、2、4、5、6、13、21 站位；2021 年春季在大亚湾海域布设 7 个站位，选取对生塑蛤、文蛤、蚶、扇贝、波纹巴非蛤、翡翠贻贝、薪蛤和牡蛎进行海洋生物质量监测，调查站位见图 3.29 中的 1~3、5、9、11、20 站位。

4.8.2 调查项目

调查项目包括总汞、砷、铅、镉、铬、铜、锌和石油烃共 8 项。

4.8.3 调查方法

分析方法按《海洋监测规范》（GB 17378.6—2007）规定方法执行。

4.8.4 评价标准与方法

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中各个海洋功能区的环境保护要求，各调查站位的生物质量执行标准见表 3.38，调查站位与广东省海洋功能区划的叠加见图 4.6-1。评价方法采用单因子指数法。

表 4.8-1 《广东省海洋功能区划》管理要求

调查站位	功能区名称	海洋环境保护要求
4~6、9	惠州市港口航运区	执行海洋生物质量二类标准
1、C1	霞涌-稔山旅游休闲娱乐区	执行海洋生物质量一类标准
2、3、11、13、20	大亚湾海洋保护区	
21	巽寮旅游休闲娱乐区	

4.8.5 海洋生物质量现状调查结果

（1）2020 年秋季

2020 年秋季生物体样品中污染物的含量结果见表 4.8-2。

石油烃：石油烃含量变化范围为 1.03~10.10mg/kg，平均值为 4.72mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎，最小值为 01 站的贻贝。

铜（Cu）：铜的含量变化范围为 1.3~89.2mg/kg，平均值为 14.15mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎，最小值为 02 站的文蛤。

铅（Pb）：铅的含量变化范围为 0.09~0.70mg/kg，平均值为 0.33mg/kg。最大值为 13 站的花蛤，最小值为 02 站的文蛤。

锌（Zn）：锌的含量变化范围为 11.5~402.0mg/kg，平均值为 69.49mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎，最小值为 02 站的文蛤。

镉（Cd）：镉的含量变化范围为 0.036~0.830mg/kg，平均值为 0.320mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎，最小值为 04 站的文蛤。

铬（Cr）：铬的含量变化范围为 0.06~2.36mg/kg，平均值为 0.61mg/kg。最大值为 21 站的花蛤，最小值为 04 站的文蛤。

砷（As）：砷的含量变化范围为 ND~0.3mg/kg，平均值为 0.3mg/kg。最大值为 04 站的花蛤和 21 站的牡蛎。

汞（Hg）：汞的含量变化范围为 0.003~0.012mg/kg，平均值为 0.010mg/kg。最大值为 01 站的贻贝，最小值为 02 站的文蛤。

综上，秋季调查的生物体石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As 和 Hg 含量分别为 4.72mg/kg、14.15mg/kg、0.33mg/kg、69.49mg/kg、0.32mg/kg、0.61、0.30mg/kg、0.10mg/kg。样品中污染物平均含量大小顺序为：Zn>Cu>石油烃>Cr>Pb>Cd>As>Hg。

表 4.8-2 2020 年秋季海洋生物体污染物含量（鲜重）

类群	站位	样品	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	砷	汞
			mg/kg							
贝类	01	贻贝	1.03	2.8	0.30	23.9	0.134	0.08	ND	0.012
	02	文蛤	1.05	1.3	0.09	11.5	0.361	0.16	ND	0.003
	04	花蛤	1.52	2.3	0.22	18.4	0.036	2.36	0.3	0.009
	05	花蛤	5.55	6.9	0.17	42.3	0.297	0.13	ND	0.007
	06	花蛤	7.07	4.5	0.58	19.9	0.415	1.13	ND	0.006
	13	花蛤	8.08	3.1	0.70	14.1	0.365	0.71	ND	0.005
	21	牡蛎	3.35	3.1	0.10	23.8	0.116	0.06	0.3	0.005
最小值			1.03	1.3	0.09	11.5	0.036	0.06	ND	0.003
最大值			10.10	89.2	0.70	402.0	0.830	2.36	0.3	0.012
平均值			4.72	14.15	0.33	69.49	0.320	0.61	0.3	0.010

(2) 2021 年春季

2021 年春季生物体样品中污染物的含量结果见表 4.8-3。

表 4.8-3 2021 年春季海洋生物体污染物含量 (鲜重)

类群	站位	样品	石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
			mg/kg							
贝类	01	翡翠贻贝	4.87	2.2	0.24	15.8	0.067	0.07	0.6	ND
	02	文蛤	10.5	1.2	0.05	35.3	0.028	0.07	ND	0.003
	03	蚶	2.14	0.7	0.05	11.4	0.672	0.09	0.4	ND
	05	波纹巴非蛤	31.8	7.0	0.16	14.1	0.063	0.26	0.3	0.003
	09	薪蛤	7.61	3.5	0.08	14.3	0.042	ND	ND	0.004
	11	对生塑蛤	14.4	0.8	0.08	12.9	0.021	0.08	0.3	0.004
	20	扇贝	7.92	0.3	0.08	15.9	0.983	0.05	ND	ND
最小值			2.14	0.3	0.05	11.4	0.021	ND	ND	ND
最大值			31.8	69.5	0.24	413	0.983	0.26	0.6	0.015
平均值			10.9	10.7	0.11	66.6	0.336	0.10	0.4	0.006

石油烃：石油烃含量变化范围为 2.14~31.8mg/kg，平均值为 10.9mg/kg。最大值为 05 站的波纹巴非蛤，最小值为 03 站的蚶。

铜 (Cu)：铜含量变化范围为 0.3~69.5mg/kg，平均值为 10.7mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎，最小值为 20 站的扇贝。

铅 (Pb)：铅含量变化范围为 0.05~0.24mg/kg，平均值为 0.11mg/kg。最大值为 01 站的翡翠贻贝，最小值为 02 站的文蛤和 03 站的蚶。

锌 (Zn)：锌含量变化范围为 11.4~413mg/kg，平均值为 66.6mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎，最小值为 03 站的蚶。

镉 (Cd)：镉含量变化范围为 0.021~0.983mg/kg，平均值为 0.336mg/kg。最大值为 20 站的扇贝，最小值为 01 站的对生塑蛤。

铬 (Cr)：铬含量变化范围为 ND~0.26mg/kg，平均值为 0.10mg/kg。最大值为 05 站的波纹巴非蛤，最小值为 09 站的薪蛤。

砷 (As)：砷含量变化范围为 ND~0.6mg/kg，平均值为 0.4mg/kg。最大值为 06 站的翡翠贻贝。

汞 (Hg)：汞含量变化范围为 ND~0.015mg/kg，平均值为 0.006mg/kg。最大值为 C1 站的牡蛎。

综上，2021 年春季调查的生物体石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As 和 Hg 的总

平均值分别为 10.9mg/kg、20.8mg/kg、0.12mg/kg、112.3mg/kg、0.351mg/kg、0.11mg/kg、0.38mg/kg、0.007mg/kg。样品中污染物平均含量大小顺序为：Zn>Cu>石油烃>As>Cd>Pb>Cr>Hg。

4.8.6 海洋生物质量现状评价结果

(1) 2020 年秋季

2020 年秋季调查的贝类样品中，各样品中的石油烃、As、Hg 含量均可以符合第一类海洋生物质量标准，部分站位的 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr 含量超一类标准，超标率分别为 12.5%、75.0%、50.0%、62.5%和 37.5%（表 4.8-2）；按第二类海洋生物质量标准进行评价，则 Cu、Zn 和 Pb 的含量各有一个站位超过二类标准（可符合三类标准），超标率均为 12.5%，其余评价因子均满足二类标准（表 4.8-4~表 4.8-6）。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，2020 年秋季大亚湾生物质量评价结果显示：位于执行海洋生物质量一类标准区域的站位，20%站位的 Cu、Cr 含量和 60%站位的 Pb、Zn、Cd 含量超过海洋生物质量一类标准，石油烃、As、Hg 含量可以满足《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》管理要求。位于执行海洋生物质量二类标准区域的站位，33.3%站位的 Cr 含量会超第二类海洋生物质量标准，石油烃、As、Hg、Cd、Cu、Pb、Zn 均符合对应功能区的管理要求（见表 4.8-7）。

(2) 2021 年春季

2021 年春季调查的贝类样品中，各样品中的 Cr、As、Hg 含量均可以符合第一类海洋生物质量标准，部分站位的石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd 含量超一类标准，超标率分别为 12.5%、12.5%、37.5%、25%和 37.5%（表 4.8-3）；按第二类海洋生物质量标准进行评价，Cu 和 Zn 含量各有一个站位超过二类标准（但可符合三类标准），超标率均为 12.5%，其余评价因子均满足二类标准（表 4.8-8~表 4.8-10）。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，2021 年春季大亚湾海域生物质量评价结果显示：位于执行生物质量一类标准区域的站位，其中 16.7%站位 Cu 含量、33.3%站位 Pb 和 Zn 含量及 50%站位 Cd 含量超一类标准，石油烃、As、Hg 含量可以满足功能区划管理要求。位于执行海洋生物质量二类标准区域的站位，石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As 和 Hg 含量可以满足功能区划管理要求（见表 4.8-11）。

表 4.8-4 2020 年秋季贝类生物体质量现状评价一览表（第一类海洋生物质量标准）

站位	样品	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	砷	汞
01	贻贝	0.07	0.28	3.00	1.20	0.67	0.16	0.05	0.24
02	文蛤	0.07	0.13	0.90	0.58	1.81	0.32	0.05	0.06
04	花蛤	0.10	0.23	2.20	0.92	0.18	4.72	0.30	0.18
05	花蛤	0.37	0.69	1.70	2.12	1.49	0.26	0.05	0.14
06	花蛤	0.47	0.45	5.80	1.00	2.08	2.26	0.05	0.12
13	花蛤	0.54	0.31	7.00	0.71	1.83	1.42	0.05	0.10
21	牡蛎	0.22	0.31	1.00	1.19	0.58	0.12	0.30	0.10
超标率（%）		0.0	12.5	75.0	50.0	62.5	37.5	0.0	0.0

表 4.8-5 2020 年秋季贝类生物体质量现状评价一览表（第二类海洋生物质量标准）

站位	样品	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	砷	汞
01	贻贝	0.02	0.11	0.15	0.48	0.07	0.04	0.01	0.12
02	文蛤	0.02	0.05	0.05	0.23	0.18	0.08	0.01	0.03
04	花蛤	0.03	0.09	0.11	0.37	0.02	1.18	0.06	0.09
05	花蛤	0.11	0.28	0.09	0.85	0.15	0.07	0.01	0.07
06	花蛤	0.14	0.18	0.29	0.40	0.21	0.57	0.01	0.06
13	花蛤	0.16	0.12	0.35	0.28	0.18	0.36	0.01	0.05
21	牡蛎	0.07	0.12	0.05	0.48	0.06	0.03	0.06	0.05
超标率（%）		0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	0.0

表 4.8-6 2020 年秋季贝类生物体质量现状评价一览表（第三类海洋生物质量标准）

站位	样品	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	砷	汞
01	贻贝	0.01	0.06	0.05	0.24	0.03	0.01	0.01	0.04
02	文蛤	0.01	0.03	0.02	0.12	0.07	0.03	0.01	0.01
04	花蛤	0.02	0.05	0.04	0.18	0.01	0.39	0.04	0.03
05	花蛤	0.07	0.14	0.03	0.42	0.06	0.02	0.01	0.02
06	花蛤	0.09	0.09	0.10	0.20	0.08	0.19	0.01	0.02
13	花蛤	0.10	0.06	0.12	0.14	0.07	0.12	0.01	0.02
21	牡蛎	0.04	0.03	0.02	0.05	0.02	0.01	0.04	0.02
超标率（%）		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.8-7 2020 年秋季生物质量评价结果与功能区划的符合情况一览表

站位	执行生物质量标准	与功能区划的符合情况							
		石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
4~6	执行海洋生物质量二类标准	符合	符合	符合	符合	符合	33.3%符合	符合	符合
1、2、13、21	执行海洋生物质量一类标准	符合	80%符合	40%符合	40%符合	40%符合	80%符合	符合	符合

表 4.8-8 2021 年春季贝类生物体质量现状评价一览表（第一类海洋生物质量标准）

站位	样品	石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
01	翡翠贻贝	0.32	0.22	2.40	0.79	0.34	0.14	0.6	0.02
02	文蛤	0.70	0.12	0.50	1.77	0.14	0.14	0.1	0.06
03	蚶	0.14	0.07	0.50	0.57	3.36	0.18	0.4	0.02
05	波纹巴非蛤	2.12	0.70	1.60	0.71	0.32	0.52	0.3	0.06
09	薪蛤	0.51	0.35	0.80	0.72	0.21	0.04	0.1	0.08
11	对生塑蛤	0.96	0.08	0.80	0.65	0.11	0.16	0.3	0.08
20	扇贝	0.53	0.03	0.80	0.80	4.92	0.10	0.1	0.02
超标率（%）		12.5	12.5	37.5	25.0	37.5	0.0	0.0	0.0

表 4.8-9 2021 年春季贝类生物体质量现状评价一览表（第二类海洋生物质量标准）

站位	样品	石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
01	翡翠贻贝	0.10	0.09	0.12	0.32	0.03	0.04	0.12	0.01
02	文蛤	0.21	0.05	0.03	0.71	0.01	0.04	0.02	0.03
03	蚶	0.04	0.03	0.03	0.23	0.34	0.05	0.08	0.01
05	波纹巴非蛤	0.64	0.28	0.08	0.28	0.03	0.13	0.06	0.03
09	薪蛤	0.15	0.14	0.04	0.29	0.02	0.01	0.02	0.04
11	对生塑蛤	0.29	0.03	0.04	0.26	0.01	0.04	0.06	0.04
20	扇贝	0.16	0.01	0.04	0.32	0.49	0.03	0.02	0.01
超标率（%）		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.8-10 2021 年春季贝类生物体质量现状评价一览表（第三类海洋生物质量标准）

站位	样品	石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
01	翡翠贻贝	0.06	0.04	0.04	0.16	0.01	0.01	0.08	0.00
02	文蛤	0.13	0.02	0.01	0.35	0.01	0.01	0.01	0.01
03	蚶	0.03	0.01	0.01	0.11	0.13	0.02	0.05	0.00
05	波纹巴非蛤	0.40	0.14	0.03	0.14	0.01	0.04	0.04	0.01
09	薪蛤	0.10	0.07	0.01	0.14	0.01	0.00	0.01	0.01
11	对生塑蛤	0.18	0.02	0.01	0.13	0.00	0.01	0.04	0.01
20	扇贝	0.10	0.01	0.01	0.16	0.20	0.01	0.01	0.00
超标率（%）		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.8-11 2021 年春季生物质量评价结果与功能区划的符合情况一览表

站位	执行生物质量标准	与功能区划的符合情况							
		石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
5、9	执行海洋生物质量二类标准	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
1~3、13、20、C1	执行海洋生物质量一类标准	符合	83.3%符合	66.7%符合	66.7%符合	50%符合	符合	符合	符合

5 环境影响预测与评价

5.1 施工期环境影响分析

5.1.1 施工期地表水水环境影响分析

5.1.1.1 施工期主要废水来源及环境影响

(1) 生活污水环境影响分析

本项目管道沿线经过惠东县稔山镇和大亚湾区霞涌街道以及大亚湾石化区，施工期不设施工营地，施工人员租住于当地民居，生活污水依托于当地生活污水系统排放，对水环境的影响较小。

(2) 施工场地废水

本项目施工废水包括少量基坑开挖废水、施工机械跑、冒、滴、漏的污油及露天机械被雨水等冲刷后产生的油污水。

基坑开挖过程中部分管段地下水渗出而形成基坑开挖废水，需设置临时的排雨、排污系统：基坑开挖前，在基坑两侧设置截水明沟，截掉雨水或地表径流，以免在基坑开挖后流入基坑；基坑开挖后，在基坑底设置排水边沟及集水井，配备抽水机排除基坑积水或渗水。抽出的废水引入沉淀池沉淀净化后，上清液回用洒水降尘，油污水经隔油处理后回用，均不外排，影响较小。池中沉渣施工完毕后集中运至周边城镇垃圾填埋场处理，油渣定期打捞并交有资质单位处理，对周围水环境无明显影响。

(3) 管道试压排水影响分析

按地区等级和地形特点对试压管段进行分段，管道工程试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，试压排水中的主要污染物为悬浮物 ($\leq 70\text{mg/L}$)，无其他特征污染物，经沉淀后可用于浇灌附近林地、绿地等，对水质环境的影响不大。

(4) 设备清洗废水

根据工程分析，本项目对每台设备每天冲洗两次，项目机械设备清洗废水主要污染物为 SS (浓度约 1500mg/L)、石油类 (浓度约 20mg/L)，最大产生量约为 $3.2\text{m}^3/\text{d}$ ，含油废水经沉淀隔油后回用于车辆冲洗及道路清扫；油渣定期打捞并交有资质单位处理，对周围水环境无明显影响。

5.1.1.2 管道穿越施工对地表水体的影响分析

本项目管线穿越地表水体主要采用开挖、导流围堰方式穿越或者顶管施工方式穿越，其对地表水会产生短暂的影响，具体分析如下：

(1) 开挖施工方式对地表水的影响

对河流水质会产生短期影响。主要表现为：

- 会使周边河水中泥沙含量、悬浮物显著增加，短期内影响水质；
- 各项机械施工作业可能导致污染物(机油)渗漏，对地表水体造成污染；
- 管沟回填多余土石方处置不当可能造成河道淤积和水土流失；
- 开挖管沟、穿越施工期间，施工人员产生的生活污水、生活垃圾会影响河流水质；
- 管道经过一些河滩低洼地区时，由于地下水位埋深普遍较浅，管沟开挖过程将有渗水产生，其中的污染物(泥沙、悬浮物，施工机械渗漏的石油类物质)可能会影响河流水质。

综上所述，本项目管线开挖、导流围堰方式穿越河流施工尽量选择在枯水季节，施工期对河流水质影响是暂时的，影响时间较短，随着施工结束期环境影响也随着结束。

(2) 顶管施工方式对地表水的影响

施工不会直接影响河流水质，主要影响表现为：

- 施工时，对河堤两侧土层会暂时破坏；
- 钻屑沉淀池和泥浆收集池中污染物外溢或泄漏可能污染水体；
- 施工结束后还将产生一定量的固体废物(主要是废弃泥浆和钻屑)；
- 施工过程产生的生活污水和生活垃圾等。

综上所述，本项目管线顶管施工方式穿越河流不会直接影响河流水质，可能会通过泄漏、外溢等间接影响水体，影响可能性较小，且施工期对河流水质影响是暂时的，影响时间较短，随着施工结束期环境影响也随着结束。

5.1.1.5 对水源保护区的影响分析

本项目最近的饮用水源保护区为饮用水水源保护区（见图 2.7-2），距离 15km 以上，施工人员租住于当地民居，生活污水依托于当地生活污水系统排放，项目产生的生活污水基本不会对水源保护区产生影响；施工废水主要回用于场地洒水；管道试压采用清洁水，管道试压废水通过排入项目周边林地浇灌，不直接排入项目周边水体，

且均位于饮用水水源保护区下游，因而，项目施工期废水对饮用水水源保护区水质无影响。

从上述分析可知，施工人员生活污水依托于当地生活污水系统排放，对施工废水进行回用，本项目施工过程基本不会对饮用水水源保护区产生影响。

5.1.2 施工期环境空气影响分析

工程施工期间产生的大气污染主要来自管沟开挖堆土、道路破开及运输车辆、施工机械走行车道引起的扬尘，施工建筑料（水泥、石灰、砂石料）及管沟开挖弃土的装卸、运输、堆砌过程中造成的扬尘和洒落，各类施工机械、运输车辆等排放的废气。下面对施工期各类大气污染源进行类比分析。

5.1.2.1 施工期扬尘影响分析

本项目管线施工扬尘主要来自：土方的开挖、堆放、回填，施工建筑材料装卸、运输、堆放等以及施工车辆运输产生的扬尘。

通过类比调查，在一般地段，无任何防尘措施的情况下，施工现场对周围环境的污染约在 150m 范围内，TSP 最大污染浓度是对照点的 6.39 倍。而在有防尘措施(围金属板)的情况下，污染范围为 50m 以内区域，最高污染浓度是对照点的 4.04 倍，最大污染浓度较无防尘措施降低了 0.479mg/m³。类比数据参见表 5.1-1。

表 5.1-1 某施工场界下风向 TSP 浓度实测值(mg/m³)

防尘措施	工地下风向距离(m)						工地上风向 (对照点)
	20	50	100	150	200	250	
无	1.303	0.722	0.402	0.311	0.27	0.21	0.204
有(围金属板)	0.824	0.426	0.235	0.221	0.215	0.206	

本项目管线部分进入城区沿路敷设的路段两侧有居民区、学校、医院等敏感目标，在晴天起风时，如果不采取控制措施，施工扬尘对周围环境的影响仍较明显；其他部分管线沿山体或耕地敷设，或沿路敷设的两侧分布有住宅等环境敏感点。因此，本项目施工过程在靠近环境敏感点较近时应采取洒水抑尘等措施，工程施工过程中产生的扬尘可以得到有效的控制；同时，考虑到本项目管线施工过程中采取分段施工方法进行，日施工长度约 500m，施工扬尘对沿线单个环境敏感点影响时间一般不超过 3 天，影响周期较短，影响程度较小。

5.1.2.2 施工机械、车辆废气影响分析

本项目施工过程用到的施工机械，包括主要有挖掘机等机械都可以产生一定量废

气。废气中的主要污染物为 SO₂、NO_x 以及烃类等，造成局部的废气浓度增大，据有关资料分析，燃油废气污染物影响距离为施工场所下风向 100m 左右。管道工程一般分段施工，施工机械及车辆排放的废气较分散，排放量相对较少，时间较短，对区域环境空气影响较小。

5.1.2.3 焊接烟尘影响分析

本工程在设备安装、管道连接采用焊接方式连接，将产生焊接烟尘，主要污染物为 PM₁₀。焊接烟尘的影响范围主要集中在作业现场附近，本工程管道焊接采用分段焊接、分段组装的方式，焊接烟气比较分散，通过大气扩散作用，对区域环境空气质量的影响较小，且为暂时影响。当施工结束后，该影响将随之消失。

5.1.2.4 小结

本项目施工期大气污染源主要包括施工扬尘、施工机械设备燃油废气、管道焊接产生的焊接烟尘等。由于本项目分段施工，废气污染物的排放较为分散，且废气污染源具有间歇性和流动性，通过设置金属挡板，采取洒水等措施后，经大气扩散作用，管道沿线及站场施工对区域环境空气质量的影响很小，对管道沿线两侧及站场附近居民点的影响较小，且影响时间短，随着施工期结束影响也随之消失。

5.1.3 施工期声环境影响评价

5.1.3.1 预测模式

噪声从声源传播到受声点，受传播距离，空气吸收，阻挡物的反射与屏障等因素的影响而产生衰减。用 A 声级进行预测时，其预测模式如下：

$$LA(r) = LA(r_0) - (A_{der} + A_{bar} + A_{atam} + A_{exc})$$

式中：

LA(r) — 距声源 r 处的 A 声级；

LA(r₀) — 参考位置 r₀ 处的 A 声级；

A_{der} — 声波几何发散所引起的 A 声级衰减量，即距离所引起的衰减，无指向性点声源几何发散衰减的基本公式为：A_{der} = 20lg(r/r₀)；

A_{bar} — 遮挡物所引起的 A 声级衰减量，遮挡物通常包括建筑物墙壁的阻挡、建筑物声屏障效应以及植物的吸收屏障效应等，对于产生阻挡的植物而言，只有通过密集的植物丛时，才会对噪声产生阻挡衰减作用；

A_{atam} — 空气吸收所引起的 A 声级衰减量，其计算公式为： ，其中 是每 100m

空气的吸声系数，其值与温度、湿度以及噪声的频率有关，一般来讲，对高频部分的空气吸声系数很大，而对中低频部分则很小， r 是预测点到参考位置点的距离，当 $r < 200\text{m}$ 时， A_{atm} 近似为零，一般情况下可忽略不计；

A_{exc} —附加 A 声级衰减量，附加声级衰减包括声波在传播过程中由于云、雾、温度梯度、风而引起的声能量衰减及地面反射和吸收，或近地面的气象条件所引起的衰减。一般情况下的环境影响评价中，不需考虑风、云、雾及温度梯度所引起的附加影响。但是遇到下列情况就要考虑地面效应的影响：

- ①预测点距声源 50 m 以上；
- ②声源距地面高度和预测点距地面高度的平均值小于 3 m；

由于上述情况导致的附加衰减量可以用公式 $A_{exc}=5\lg(r/r_0)$ 计算。

由于施工机械噪声主要属于中低频噪声，因此单台设备不同距离处的噪声值预测公式为：

$$LA(r)=LA(r_0)-A_{der}-A_{exc}=LA(r_0)-25\lg(r/r_0)$$

式中：

$$A_{der}=20\lg(r/r_0), A_{exc}=5\lg(r/r_0)$$

多个机械同时作业的总等效连续 A 声级计算公式为：

$$Leq_{总}=10\lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1Leq_i}\right)$$

式中：

Leq_i —第 i 个声源对某预测点的等效声级。

在预测某处的噪声值时，首先利用上式计算声源在该处的总等效连续 A 声级，然后叠加该处的背景值，具体计算公式如下：

$$L_{pt}=10\lg\left(10^{0.1L_1}+10^{0.1L_2}\right)$$

式中：

L_{pt} —声场中某一点两个声源不同作用产生的总声级；

L_1 —该点的背景噪声值；

L_2 —另外一个声源到该点的声级值。

5.1.3.2 评价标准

施工场地噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。

5.1.3.3 预测结果

(1) 一般地段施工噪声影响预测结果

一般情况下，管线施工中同时作业的机械主要为挖掘机、推土机、吊车升降机。将所产生的噪声叠加后预测对某个距离的总声压级，计算结果列入表 5.1-2、表 5.1-3。

表 5.1-2 管线施工（一般地段）中各类施工机械噪声环境影响分析

序号	机械、车辆类型	距离 (m)						
		5	10	20	50	100	150	200
1	挖掘机	76	70	64	56	50	46	44
2	推土机	76	70	64	56	50	46	44
3	混凝土搅拌机	81	75	69	61	55	51	49
4	电焊机	73	67	61	53	47	43	41
5	输式装载机	76	70	64	56	50	46	44
6	吊车升降机	67	61	55	47	41	37	35
7	柴油发电机组	84	78	72	64	58	54	52

表 5.1-3 多台设备同时运转噪声环境影响分析

距离 (m)	5	10	20	50	100	150	200
总声压级 dB(A)	79.3	73.3	67.2	59.3	53.3	49.7	47.2

噪声影响范围：管线一般地段工程建设施工中，单台设备运转时，在 50m 处最大噪声影响强度为 64dB (A)，在 100m 处最大噪声影响强度为 58dB (A)，在 200m 处最大噪声影响强度为 52dB (A)；多台设备同时运转时，在 20m 处最大噪声影响强度为 67.3dB (A)，在 50m 处最大噪声影响强度为 59.3dB (A)，在 100m 处最大噪声影响强度为 53.3dB (A)。

噪声影响程度：管线建设的施工将给所在区域的声环境造成的影响较小，在 50m 外的声环境能满足二级声环境功能区的要求，符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的要求。

对敏感点的噪声影响：由于管线选线过程中，充分考虑了避开环境敏感点，管线沿线 50m 内的居住区相对较少。管线穿越建设工程对居住区的噪声影响程度不大，具有临时短暂性的特点。总体上来说，管道施工对敏感点的影响相对较低、短暂。

2) 穿越施工噪声影响预测结果

一般情况下，管线河道等穿越工程施工中同时作业的机械主要为吊车升降机、柴油发电机组、顶管掘进机。将所产生的噪声叠加后预测对某个距离的总声压级，计算结果列入表 5.1-4、表 5.1-5。

表 5.1-4 管线施工（河流等穿越地段）中各类施工机械噪声环境影响分析（dB(A)）

序号	机械、车辆类型	距离（m）						
		5	10	20	50	100	150	200
1	挖掘机	76	70	64	56	50	46	44
2	推土机	76	70	64	56	50	46	44
3	混凝土搅拌机	81	75	69	61	55	51	49
4	电焊机	73	67	61	53	47	43	41
5	输式装载车	76	70	64	56	50	46	44
6	吊车升降机	67	61	55	47	41	37	35
7	顶管掘进机	80	74	68	60	54	50	48
8	柴油发电机组	84	78	72	64	58	54	52

表 5.1-5 多台设备同时运转噪声环境影响分析

距离（m）	5	10	20	50	100	150	200
总声压级 dB(A)	85.5	79.5	73.5	65.5	59.5	56.0	53.5

噪声影响范围：河流等穿越工程建设施工中，单台设备运转时，在50m 处最大噪声影响强度为64dB（A），在100m 处最大噪声影响强度为58dB（A），在200m 处最大噪声影响强度为52dB（A）；多台设备同时运转时，在50m 处最大噪声影响强度为65.5dB（A），在100m 处最大噪声影响强度为59.5dB（A），在200m 处最大噪声影响强度为53.5dB（A）。

噪声影响程度：河流等穿越工程日间作业时，在100m 外能满足二类声环境功能区要求，符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

对敏感点的噪声影响：穿越施工中会产生不同程度的噪声影响，需做好附近居民的沟通、补偿工作，避免夜间施工。

5.1.4 施工期固体废物环境影响分析

(1) 施工弃土、废弃泥浆及建筑垃圾

工程施工弃土、废弃泥浆及建筑垃圾与当地政府签订协议，运至政府指定的余泥渣场。

通过采取上述措施，项目施工期过程中产生的施工弃土、废弃泥浆及建筑垃圾基本不会对区域环境产生明显影响。

(2) 施工废料

管道施工过程中焊接和防腐会产生少量废焊条和废弃防腐材料。废电焊条头不应

随地丢弃，应用专门的容器回收，委托有资质的单位处理，基本不会对环境产生明显的不良影响。

(3) 生活垃圾

施工人员在施工营地会产生生活垃圾，如果处理不当，会影响施工营地及周边的环境卫生。项目施工期产生的生活垃圾通过统一收集存储，由环卫部门统一清运，最终卫生填埋，对环境的影响不大。

5.1.5 施工期地下水环境影响分析

(1) 管道敷设对地下水环境影响

管沟深开挖施工或施工地段位于低洼位置时，开挖涌排水持续时间长，如若产生大量涌排水，导致区域地下水位持续下降，进而对施工场地周边敏感点用水产生影响。

本项目管道敷设的管沟开挖深度一般仅为 1.2 米，水田及学校、医院等公共场所高后果地区管顶埋深不小于 1.5m，开挖深度普遍小于地下水位埋深，因此不受开挖涌排水影响。且管线施工完毕后原土回填，因此管道施工不会对区域地下水位及周边敏感点用水产生影响。

(2) 施工废水对地下水环境的影响

施工期废水主要为施工废水、管道试压废水和施工人员生活污水。各类施工废水收集处理，可避免其下渗入地下水，影响地下水水质，因此施工废水和生活污水对地下水环境影响较小。

(3) 顶管施工对地下水影响分析

本项目管道在穿越部分河流时采用顶管施工方式。根据相关水文地质资料，管线顶管施工穿越沿线地下水类型为裂隙水和孔隙水。顶管施工穿越过程中通过顶管机刀盘后的泥水舱内供给一定比重、一定黏度、一定压力的粘土及其他添加剂和水混合成泥水，在挖掘面形成一层泥膜护壁，可防止地下水向外界渗透排泄，不会造成地下水的大量流失从而改变地下水的流场。施工过程中产生的油类、泥浆等污染物通过泵机统一抽出处理，同时施工过程中的泥浆护壁可防止污染物渗入地下水含水层中污染地下水水质，因此定顶管施工对地下水的影响较小。

5.2 营运期环境影响分析

本项目营运期间无废气产生，其他环境影响表现在以下几个方面：

5.2.1 营运期地表水环境影响分析

根据工程分析，本项目营运期检修会排除一定废水，经收集后外委处理，不直接外排。对周围水环境的影响很小。管道的维修和维护将会对地表水环境造成一定的影响，应在维修与维护工作中注意对地表水体的保护。

5.2.2 营运期声环境影响分析

根据工程分析，本项目营运期检修产生的噪声很小，且持续时间很短，基本可忽略不计，对周边声环境造成影响很小。

5.2.3 营运期固体废物环境影响分析

本项目为管道线路部分，正常营运过程中无固体废物产生，在检修时产生泥渣、废渣，主要为氧化铁粉末和粉尘，属于一般工业固体废物，存放于排污罐中，定期收集清运并集中处理，对环境的影响很小。

5.2.4 营运期地下水环境影响分析

本工程属于管线工程，管道管径较小，不会切割地下水流向，输送物质为原水，不是危险物质，即使营运期当管线发生破损（由于腐蚀、焊接缺陷、位移变形、外力破损等），也不会污染地下水。

5.3 非污染生态环境影响评价

5.3.1 施工期生态环境影响评价

5.3.1.1 植被生态环境影响评价

植被有着种种的生态系统服务功能，如气候调节、水土保持、物种多样性、初级生产、氧气维持、提供生境等等。

1. 气候调节与水土保持

工程建设的临时占地、施工人员的活动等都会对植被产生破坏。植被的消失或减

少，都将减弱植被对气候的调节作用，如降温增湿、吸尘纳滞等功能；同时地表裸露，导致环境的稳定性下降，对风力、水力作用的敏感性增强。

施工过程中的扬尘对植被生长将产生一定的影响。扬尘产生的颗粒物在植物体上器官沉降将对植物产生直接的影响。沉降物在植物表面的扬尘以干粉尘、泥膜等形式累积，沉降物覆盖层将阻塞气孔，导致气体交换量减少，叶片温度升高，光合作用下降，叶片黄化干缩，植物的干物质生产受到影响。一般情况下，大范围内很低浓度的颗粒物慢性沉降不至于对生态系统产生严重的破坏。由于管线穿越的区域总体上地形开阔，扬尘易于扩散，加上工程施工阶段的污染源分散，因此正常情况下，扬尘浓度低，工期短，对植被影响有限。

2.物种多样性与生境

随着施工的进行，管道沿线范围内的植被将被破坏，一些植物种类将会消失，相应地，植物数量和生境将会减少。由于受影响的这些植物种类都不属于珍稀濒危的保护植物种类，皆为常见种，对生物多样性丰度影响不大。随着施工期结束，沿线的植被恢复，将可部分弥补植物物种多样性的损失；由于项目特性所限，管线原址上不能栽种深根植物，因此占地上的植被可能无法恢复至原有的生态功能，此影响将持续至运营期。

施工过程中产生的废渣若随意堆放，更会影响管沟边的植被生长和农田生产。施工产生的扬尘和其他有害气体对管沟边植被的影响也不可忽视。

施工结束后，若未能及时对沿线开挖地带进行植被恢复，将会对沿线植被和土壤裸露面产生较大破坏。因此，在管道沿线施工完毕后应尽快复绿。

3.初级生产与固碳释氧

据统计，本项目原水管道总占地 7.61hm^2 ，均为临时占地。各种土地利用类型上植物群落面积的减少必然会造成生物量、净生产量的损失，以及固碳放氧能力的下降。一般每人每天需氧量为 0.75kg/d ，因此，本项目建设占用土地而破坏的一定数量的植物，相当于每天减少了可供约15055人自由呼吸的氧气量。同时，植物的光合作用，在释放氧气的同时，还吸收大量的二氧化碳，成为固定大气二氧化碳的“大气净化机”，对防止温室效应，降低周围气温，控制大气污染都有着重要的作用。据估算，项目所占用土地内的植被总计每年吸收的二氧化碳的量可达456.57吨。

5.3.1.2 动物生态环境影响评价

工程施工期对评估区内的动物影响主要表现在两个方面：一方面，工程作业带开

挖和施工人员活动增加等干扰因素将减少野生动物的栖息空间，作业带内植物的清除将使动物食物资源减少，从而影响部分陆生动物的活动区域、迁移途径、栖息区域、觅食范围等；另一方面，施工人员及施工机械的噪声将会对区域野生动物造成惊扰，迫使部分野生动物进行迁移，使得工程影响范围内动物种类、数量减少，动物分布发生变化。但是由于野生动物的栖息生境具有多样性，同时食物来源多样化，且有一定的迁移能力和规避干扰的能力，受到工程施工干扰后可以暂时逃离原来的生境，在干扰消失后一段时间内可逐步迁回原来的生境。本工程占地为带状分布，施工作业带内植物全部清除，对区域动物的生境造成一定的切割，施工期间对作业带两侧的动物造成隔离影响。施工作业带内的动物较少，沿线的动物集中在鸟类中。由于鸟类活动范围较大，因此本项目施工对区域野生动物不会造成大的影响，且当施工区域植被恢复后，它们仍可回到原来的区域，因此施工活动对野生动物的影响可以接受。

5.3.1.3 水生生态环境影响评价

(1) 非开挖方式穿越的影响

管道在施工过程中采用顶管施工方式穿越河流不直接接触水体，对河流水体没有扰动，因此不会对水生生物造成影响。

(2) 大开挖方式穿越的影响

大开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，影响水生生物的生存环境等，但是这种影响是暂时的，施工结束后能够恢复到原有状况，因此对水生生物的影响较小。

① 对河流饵料生物的影响

施工引起水体浊度的变化，直接或间接影响水生植物的光合作用，使水体溶解氧产生量有一定的下降，但该效应仅发生在小范围水体中，对整个水体影响不大。加上水生生物本身的适应能力较强，工程施工期结束后，一般在一定时间内都能恢复。施工过程可造成水体混浊，透明度降低，从而影响浮游植物光合作用，另一方面是可能加大硅藻在浮游植物中的优势度，但浮游植物种群的变化不大。

对于浮游动物和底栖动物而言，若水体比较高泥沙含量可降低生物的滤食效率，从而改变浮游动物和底栖动物群落结构，降低种群密度，从工程分析和水质预测结果可以看出，这种影响的程度轻微。

② 栖息地的影响

工程范围内涉及开挖施工的水体，在水下作业时对水体及河床的影响，将在局部范围内破坏水生生物的栖息地。施工期对水质的破坏，也将使浮游生物、底栖动物等生物量减少，原有的鱼类栖息条件发生变化，从而促使水生生物栖迁到其它地方。据以往调查经验表明：施工期工程涉及区域水生生物密度将显著降低，种群结构和数量都会发生一定程度的变化。施工期结束后可在短时间内恢复正常水平。

③人为干扰影响

施工期，施工人员的作业、生活等将对涉及区域内水生生物产生一定影响。施工噪声、夜间灯光照射等作业影响会对水生生物产生较大的干扰。而生活中产生及排放的垃圾、废物若未能得到妥善处理，将对施工区内水系产生较大污染。施工人员可能产生的捕捞行为，也将对水生生物资源造成不利影响。

④小结

大开挖方式施工过程将对河流水质、水生生态环境带来一定影响。据现状调查结果表明（资料查阅）：本项目开挖穿越水系的浮游动、植物物种较少，物种多样性低，底栖生物物种多样性一般，水生生态系统处于亚健康或不健康水平。总体而言，管道施工将在短期内对水生生态环境带来一定影响，施工结束后可恢复原有水平。

对生态敏感区段动物生态影响评价详见“5.4 生态敏感区影响评价”。

5.3.1.4 土壤生态环境影响评价

输气管道施工方法为沟埋式，对地表土壤进行开挖和填埋，对土壤环境影响表现在：

（1）局部破坏土壤结构。土壤结构的形成需要漫长的时间，土壤结构是土壤质量好坏的重要指标，特别是团粒结构是土壤质量的重要指标，团粒结构占的比重越高，表示土壤质量越好，团粒结构一旦被破坏，恢复需要较长时间，而且比较困难。施工过程中对土地的开挖和填埋，容易破坏团粒结构，干扰团粒结构的自然形成过程。施工过程中的机械碾压、人员践踏等活动都会对土壤结构产生不良影响。

（2）局部破坏土壤层次，改变土壤质地。土壤在形成过程中具有一定的分层特性，特别在褐土地区分层现象更为明显。土壤表层为腐殖质层，中层为淋溶淀积层，底层为成土母质层。在耕作区，土壤经过人类改造，其土壤层次、深度与自然条件下形成的土壤还有一定区别，表层为耕作层，深度约为 15~25cm，中层犁底层 20~40cm，40cm 以下为母质层。耕作层是作物根系分布密集区，土壤肥力、水分集中分布区。管道开挖

和回填过程中，必然会对土壤原有层次产生扰动和破坏，使不同层次、不同质地的土体产生混合，特别是耕层土壤被混合后，将对农作物的生长和产量有所影响。

(3) 对开挖地带的土壤紧实度有一定的影响。在施工机械作业中，机械设备的碾压，施工人员的践踏使土壤紧实度增高，短期内影响土壤中的水分循环。

(4) 开挖地带的土壤养分部分造成流失。在土壤剖面中各个土层中，就养分状况而言，表土层（腐殖质层、耕作层）远比心土层养分好，其有机质、全氮、全磷均较其他层次高。施工作业对原有的土体构型产生扰动，使土壤性质发生变化，土壤养分状况受到影响，从而影响植物的生长。

根据国内外有关资料，输气管道工程对土壤养分的影响与土壤本身的理化性质和施工作业方式密切相关。在实行分层堆放、分层覆土的措施下，一般情况下，土壤的有机质下降 30%~40%，土壤养分下降 30%~50%，其中全氮下降 43%左右，磷素下降 40%，钾素下降 43%。因此在实际操作中，一定要强化施工队伍的施工作业管理和要求，对开挖的表层土实行分层堆放和分层覆土，避免土壤中的各种养分流失。

(5) 管道施工临时占地的影响。管道施工中施工作业带、施工便道、施工场地等临时占地，在施工完毕后是可以复垦恢复利用的。但因施工过程中机械碾压，施工人员践踏，土体被扰动，使临时占用的土壤环境、肥力水平会受到一定的影响，经过一定恢复期后基本可以恢复原有的土地营养状况。总体来看施工临时用地带来的农业生态影响比较轻微。

(6) 施工废物对土壤环境的影响。在管道施工中废弃的物质有管道外层保温、防腐等工序的废弃物。这些固体废物如不及时清运，将有可能残留于土壤中，对后期恢复期的土壤耕作和农作物的生长有一定影响。因此应严格规范施工要求，施工期的固体废物必须在施工完毕后进行清运，运至沿线当地城镇垃圾填埋场和交由沿线当地环卫部门清运处理。

(7) 对土壤生物的影响。由于上述土壤理化性质和土体构型的改变，使土壤中的微生物、原生动物及其它节肢动物、环节动物、软体动物的栖息环境改变。由于本施工区无珍稀土壤生物，且施工带影响宽度控制在 20m 范围内，所以土壤生物的生态平衡在施工结束后很快会得到恢复。根据本工程穿越地区土壤的情况，本工程建设对沿线土壤环境质量影响较轻。

5.3.1.5 占用林业用地环境影响分析

对于项目占用的林地的影响。主要是施工期间施工便道、材料场、穿跨越工程施工作业场地、料场以及管道施工作业带临时占地，致使林地面积下降，活力木蓄积量减少。管道工程大部分临时性占地主要集中在管道开挖埋设施工过程中，由于管道施工分段进行，施工时间较短，每段管线从施工到重新覆土约为三个月的时间，故在施工完毕、管道敷设完成后该地段土地利用大部分可恢复为原利用状态。临时占地一般仅在施工阶段会造成沿线土地利用功能的暂时改变，大部分用地在施工结束后、短期内（1年~2年）能恢复原有的土地利用功能。

5.3.1.6 景观生态影响评价

管道建设对景观生态的影响主要取决于管道施工区（施工作业带宽度为20m的带状区域的植被、地形，以及管道穿越区域水系变化情况等。

本工程管道穿越区域除林地、草地、耕地、建筑用地以及裸地，其他区域全部为水域湿地景观。管道埋设后，地表将被复原，原有的地表耕地景观基本不会发生改变，但原有的低丘林地将被根系较浅的灌丛草地景观替代；管道以顶管施工方式穿越河流、灌渠，不改变改变评价区域内的水系分布，因此工程的建设不会改变评价区原有水域湿地景观生态格局与生态功能。

5.3.1.7 区域生态系统完整性影响

根据项目生态现状调查，施工作业带内较多的原生植被受到破坏，草本植物较为丰富，沿线多为人工林及人工农业生态系统，人为干扰较大，生态系统结构较不稳定，项目建设将加重生态系统的扰动，增加生态系统结构的变化。由于管道施工时间较短，施工结束后可恢复地表植被，不会产生切割、破碎作用，不会改变、压缩动物生境，对生态系统结构功能和完整性的影响较小。

因此，总体而言，在本项目建设对沿线生态系统影响较小。

5.3.1.8 农业生态影响评价

在选线过程中路线基本上靠近山体及建成区边缘地带布设，用地类型主要为林地、园地、耕地、灌草地、水域等。管线不进行永久征地，采用临时用地方式，施工后管线上方用地除了原有山林地不能恢复外（仅能种植根系较浅的灌丛草本植物），基本上临时用地可以恢复为原有用地类型，由此带来的农业影响仅是暂时的。

管道施工过程中占用的20m宽条带用地，对施工作业带内的地表植被、农作物有

一定的破坏，短期内对作业带内的农业生产带来一定损失，通过临时用地、青苗补偿加以弥补。总体而言，管线不采用永久征地，采用分段施工建设，施工期的临时用地对局部范围的农业生产带来一定损失，影响不大，施工完毕后可以恢复原有用地。

管线施工过程中地表开挖，开挖的土方将临时堆放在两侧施工作业带内，根据同类施工调查，分段施工作业一般在 10~15 天完成开挖、放管、覆土工作，随后进行地表整理、绿化工程，一般会在 1 个月以内完成。雨季施工临时堆土将有可能冲入周边农田、水体，带来一定的泥沙淤积农田影响。在避开雨天施工、雨季前及时覆土、表土压实，将可以避免和减少水土流失带来影响。

管线施工基本不占用灌溉、排水等农田水利设施，仅是在个别穿越时采用大开挖的施工方式有可能带来灌溉体系的临时中断。按照施工要求一般将会设置临时排水系统，施工完毕后及时恢复中断的灌溉体系。

由于管线为带状工程，本项目施工作业带宽度为 20m，施工完毕后地表可以达到恢复，不会切断田间小动物的活动空间和栖息场所，施工活动仅对其存在临时的干扰，总体上看对田间动物环境基本没有影响。

5.3.2 营运期生态环境影响分析

营运期正常情况下，管道所经地区影响范围内地表基本得到恢复，地表植被、农作物生长正常，施工期被切断的动物通道也得到恢复。根据调查资料，供水管道的区域，地表自然生态环境、农业生态环境均未发现不良现象，与未敷设管道区域的地表植被、农作物生长基本上无明显区别。由此表明，本项目正常供水过程中，对沿线生态环境和地表植被基本上没有影响。

5.4 生态敏感区环境影响评价

5.4.1 项目建设对海洋生物和渔业资源的影响评价

项目距离广东大亚湾水产资源省级自然保护区非常近，最近为 247m，做好防护措施，规范施工，本项目不会对广东大亚湾水产资源省级自然保护区造成影响，若项目施工过程不规范或措施不到位导致泥沙等通过海岸线进入离广东大亚湾水产资源省级自然保护区，会对其海洋生物和渔业资源造成一定影响。具体分析如下：

(1) 对浮游生物和游泳生物的影响

悬浮物使保护区局部海域混浊度增加，降低了水体的透光率，限制了浮游植物

和底栖植物的光合作用率，导致该水域内初级生产力下降。初级生产力的降低将通过食物链影响到整个生态系统的各个环节。透光率的降低还会改变某些靠光线强弱而进行垂直迁移的浮游动物的生活规律。

对部分游泳生物来讲，悬浮物的影响也较为显著。悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在动物的表面，干扰动物的感觉功能；有些粘附甚至引起动物表皮组织溃烂；通过动物的呼吸，悬浮物会阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内消化系统混乱。水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对用于生物和浮游动物产生不利影响。

由于水质浑浊，阳光透射率下降，使得该片水域内的游泳生物迁移到别处。在施工期间，洄游或经过此处海域产卵的群体，由于产卵场的环境受到干扰而改变正常的洄游路线。在此处栖息、生长的一些地方性种类以及幼体、在浅水区索饵成长的幼鱼幼虾，其正常的分布规律被扰乱，导致部分鱼群改变原有的集群和正常的洄游路线。

本项目施工可能对广东大亚湾水产资源省级自然保护区产生影响的区段主要为K4~K5+500，约1500m的管道施工，其影响范围是局部的。根据本项目产生的悬浮物的影响程度来看，对水质的影响延续几个小时后可基本消除。因此，项目建设对保护区水质的影响属于短期环境效应，随着作业的结束，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入。浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需要的时间均较短，其中浮游生物群落的重新建立只需几周时间，主要靠海水的运动将其它地方的浮游生物带入作业点及附近海域，并且有可能很快恢复到最初水平；而游泳生物由于活动能力强，离开作业点很快返还。

（2）对鱼卵仔鱼的影响

悬浮物浓度增加将导致海水水质变差，鱼卵和仔鱼将受到悬浮物的影响而死亡。悬浮物对鱼卵的影响很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量大到200 mg/L以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。因而本项目一定要控制好工作带，做好防护隔离措施，杜绝泥沙进入海域，做好相关防范措施后不会对广东大亚湾水产资源省级自然保护区海洋生物及渔业资源造成影响。

5.4.2 项目建设对保护区主要保护对象及功能的影响评价

(1) 保护区各功能区主要功能分析

保护区各功能分区保护对象、保护生境与本项目位置关系见表 5.4-1。

表 5.4-1 大亚湾水产资源省级自然保护区功能分区表

功能分区		面积 (km ²)	保护对象	与本项目的距离 (km)
核心区	西北部核心区	19.60	重要水生物种的产卵场、红树林生态系统、主要水生生物种群。	8.53
	中部核心区	55.88	海藻场、岛礁等典型生态系统以及珊瑚群落，重要水生物种的产卵场、索饵场，海龟、珊瑚等珍稀海洋保护动物，主要水生生物种群	6.68
核心区	西南部核心区	5.70	海龟、珊瑚等珍稀海洋保护动物，主要水生生物种群，红树林、海藻场以及珊瑚群落。	21.08
	南部核心区	28.86	海藻场、岛礁等典型生态系统以及珊瑚群落，重要水生物种的产卵场、索饵场，海龟、珊瑚等珍稀海洋保护动物，主要水生生物种群。	29.12
	海龟保护核心区	15.86	海龟及其生境。	21.63
缓冲区	西北部缓冲区	5.58	缓解外来人类活动对西北核心区的不利影响；同时也实现对保护区部分生物资源及其生境的保护。	7.92
	中南部缓冲区	184.18	缓解外来人类活动对中部核心区、西南核心区和南部核心区的不利影响，同时也实现对保护区部分生物资源及其生境的保护。	6.45
实验区	北部实验区	270.74	在实现对保护区保护对象有效保护的前提下，可在保护区管理机构统一规划和指导下，适度开展科研、教学、生态修复、民生设施建设、水产增养殖，生态旅游等活动，适度保障核电等国家重点项目的开发利用需求。	0.247
	中部实验区	10.89	在实现对保护区保护对象有效保护的前提下，可在保护区管理机构统一规划和指导下，适度开展科研、教学、民生设施建设和生态旅游等活动。	19.78
	南部实验区	389.06	在实现对保护区保护对象有效保护的前提下，可在保护区管理机构统一规划和指导下，适度开展科研、教学、民生设施建设、水产增养殖和生态旅游等活动。	20.78
合计		986.35		

由表 5.4-1 可知，本项目与北部实验区最近距离约 0.247km，与中部核心区距离约 6.68km。

（2）对保护区有效空间的影响

工程不占用保护区的保护空间，不会影响有效维持保护区的生态系统结构和功能的需要。

（3）对保护区环境质量的影响

本项目施工不规范或防护措施不到位导致泥沙进入海域，悬浮泥沙会对局部实验区水质造成影响，基本不会对缓冲区及核心区造成影响。且这种影响也只是暂时的，随着不规范施工结束，其对水环境的影响也将消失，水质会逐渐恢复至原有水平。

（4）对主要保护对象的影响

①对主要水生生物种群的影响

本项目用地均不在保护区范围内，但距离保护区北部实验区、中部核心区较近，施工过程可能会对保护区内水生生物种群带来一定影响，包括施工不规范或防护措施不到位导致泥沙入海以及施工噪声等影响。但本项目的建设不改变海域自然属性，水生生物仍可在海域活动。因此，项目建设对水生生物的影响较小。

施工过程会造成悬浮泥沙入海，会影响到保护区，对保护区鱼、虾类的影响主要表现为直接降低存活率；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；改变其洄游习性；降低其饵料生物的密度；降低其捕食效率等。若海水中悬浮物浓度过大，当大量悬浮物运移到滩涂上并沉积下来，可引起贝类动物的外套腔和水管受到堵塞致死，导致贝类生长迟缓或死亡，项目区周边主要受影响的贝类保护对象有马氏珠母贝、牡蛎、日本花棘石鳖。悬浮泥沙会使藻类对光能的吸收受限，影响藻类生长，海域主要受影响藻类为蜈蚣藻、石花菜、石莼，不是保护区主要保护对象。本项目施工的影响区域相对保护区较小，悬浮泥沙对保护区水生生物的影响是暂时的、可逆的，会随着不规范施工的结束而消失；施工结束后，保护区水生生物种群数量、群落结构会逐步恢复。

本项目施工过程中产生的噪声不大，但可能影响保护区鱼类（尤其是石首科鱼类）行为。因此，涉及自然保护区段的施工作业应尽量避开附近鱼类产卵场的敏感季节（3~5月），施工噪声对鱼类的影响是局部和暂时的，施工结束后将消失。

本项目施工期与运营期各污水均可得到有效处置，不会对保护区水生生物造成影响。

因此，本项目建设不会对保护区主要水生生物种群结构及其自然生境造成明显

的不利影响。

②对海龟、珊瑚等珍贵、濒危重点保护水生野生动物种群及其自然生境的影响

◆对海龟的影响

海龟在大亚湾的主要活动海域为大星山-小星山-桑洲一带海域、沱宁列岛周边海域及辣甲列岛周边海域，赤洲以北海域偶见踪迹。本项目周边海域基本无海龟的活动踪迹（见图 5.4-1），海龟自身也具有遇到危险具有逃避恶劣环境、寻找适宜生存场所的本能，因此，本项目建设对大亚湾海龟的活动影响较小。

◆对石珊瑚的影响

大亚湾石珊瑚没有发育成珊瑚礁，石珊瑚群落零星分布在几个岛屿的潮间带水深小于 5m 的地方，珊瑚多长在大石块上，一些块状珊瑚种属(如扁脑珊瑚)部分个体匍匐生长，成皮壳状或亚块状(介于块状和皮壳状之间)。大亚湾石珊瑚总覆盖率从 76.6%(1983、1984 年)降到 32%(1991 年)，而现在只有 20%，仅是 1983、1984 年的 1/4。影响大亚湾石珊瑚生长的因素主要有人类活动、温度变化、过度捕捞、盗采珊瑚、泥沙沉积和水体污染等。本项目建设可能产生项目悬浮泥沙入海、噪声等的影响。

根据近年珊瑚调查结果，本项目距离珊瑚生长空间较远（见图 5.4-1）。项目南侧的鹅洲、锅盖洲、白沙洲周边分布有珊瑚，距离分别为 3.58km、7.57km、9.14km，本项目悬浮泥沙影响范围不会到达鹅洲、锅盖洲、白沙洲，对这些岛屿珊瑚的生长环境影响较小。

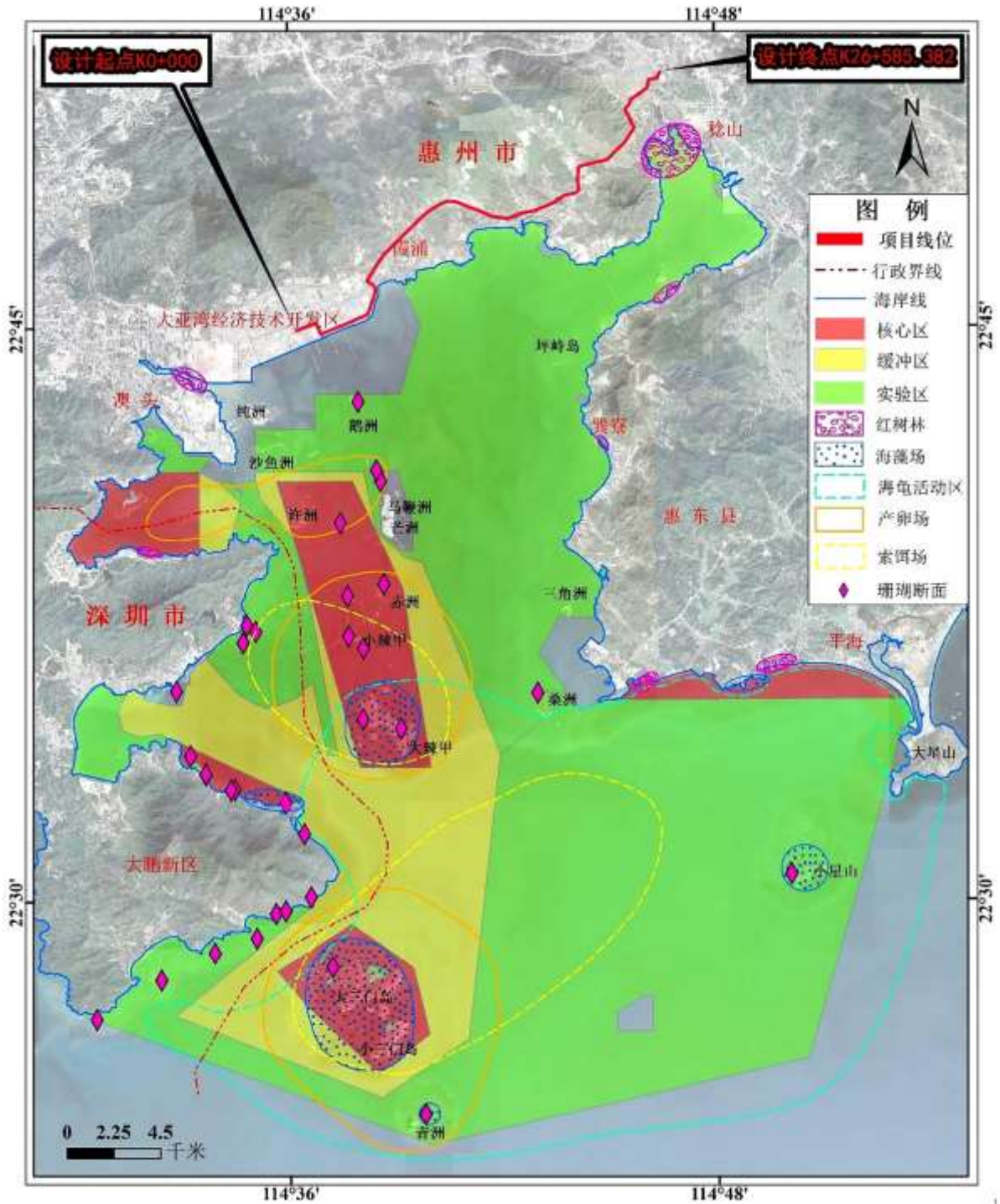


图 5.4-1 本项目与保护区主要保护对象位置关系图

珊瑚生长对水质要求较高，营养物质对珊瑚生长不利，大亚湾局部海域已出现富营养化，并多次发生赤潮现象。本项目建设应执行严格的环保制度，各类污水应经收集后集中处理，严禁直接排海，只要加强监督管理，对珊瑚的影响不大。

综上所述，本项目悬浮泥沙入海等基本不会对大亚湾海域珊瑚造成影响，施工

期与运营期各类污水禁止直接排海，经收集后集中处理，不会对珊瑚造成影响。

◆对海马的影响

海马习性较特殊，对阳光、温度等环境条件要求非常高，通常栖息在水温 12~32℃、盐度 7~33、溶解氧 3.0mg/L 以上、水质澄清、石砾底质、海藻丛生的沿海海域。每年的 5~9 月是海马的繁殖期，8~9 月是盛期。大亚湾海马主要分布在海藻资源丰富岛礁和沿岸岩礁海域。

根据近年科考调查结果，大亚湾海马主要出现在湾口及湾外海域，本区海域岸线已人工化，几无海藻资源，海马一般不在此活动，且海马具有逃避恶劣环境、寻找适宜生存场所的本能，因此本项目建设对大亚湾海马影响较小。

◆对文昌鱼的影响

文昌鱼喜栖于水清、流缓、疏松的沙质海底，栖息水深 8~15 m。每年的 5~11 月是文昌鱼的繁殖期。大亚湾文昌鱼主要分布在西南部小星山砾底浅水区域内，与本项目区距离较远，项目建设及运营对大亚湾文昌鱼生境影响不大。

◆对鲸豚的影响

研究表明，水下施工噪声会造成海洋哺乳动物的听觉损伤；同时噪声也能够掩蔽海洋哺乳动物的水下发声信号，对它们的生活栖息造成极大的干扰。本项目建设无需水下施工，不会对海洋哺乳动物造成听觉损伤等影响，而且鲸豚类保护动物游泳能力较强，摄食量大范围广，只偶尔出现在大亚湾饵料丰富的中南部深水区域，在本项目区海域基本未有发现，因此受项目施工影响较小。

③对重要水生物种的产卵场和索饵场的影响

大亚湾是多种水生生物的栖息地，也是许多经济鱼类的产卵场和索饵场，也是重要增殖水域。鱼卵和仔稚鱼数量分布时空差异比较明显，春季和秋季是鱼类产卵的两个高峰期。调查结果显示，大亚湾西北部（澳头湾、鸡心岛、许洲、白沙洲）、中部（赤洲、圆洲、小辣甲和大辣甲等）和沱泞列岛（大三门岛、小三门岛和青洲等）附近海域是大亚湾重要水生物种的 3 处重要的产卵场，大亚湾中部（辣甲列岛）、南部（沱泞列岛）附近海域是大亚湾重要水生物种 2 处索饵场。

本项目距离大亚湾主要产卵场、索饵场较远（图 5.4-1），悬浮泥沙及施工噪声不会影响到上述区域，因而不会对大亚湾渔业资源补充群体的数量和质量产生影响。

④对红树林、海藻场、岛礁海洋生态系统的影响

◆对红树林生态系统

大亚湾红树林主要分布在范和港海域，以及淡澳河口、巽寮、平海、高崖角沿岸也有零星分布，主要由秋茄、木榄、桐花树、老鼠勒、白骨壤等树种混生而成，栖息了一百多种鸟类、昆虫及藻类，海洋生物、植物资源十分丰富。

本项目与最近的范和港海域红树林相距 855 米（见图 5.4-1），距离红树林生态保护区 377m，在做好污染防治、风险防范措施的情况下，本项目施工与运营对大亚湾红树林生态系统影响较小。

◆海藻场生态系统

大亚湾海藻主要种类有马尾藻、石莼、蜈蚣藻和石花菜等。海藻主要分布在大亚湾东、西两岸的基岩海岸及湾内岛屿附近海域，在大亚湾北岸也有零星分布，这一分布特征与大亚湾的岸相分布关系明显。

由本项目与海藻场分布的叠置图可知（图 5.4-1），本项目附近没有海藻场分布，悬浮泥沙入海也不会影响到保护区内的海藻生态系统，施工期与运营期各类污水、固废均收集后集中处置，禁止排海，项目建设基本不会对海藻场生态系统造成影响。

◆对岛礁生态系统的影响

大亚湾海岛资源丰富，是众多经济鱼类“三场一通道”的重要依托，是重要珍稀动植物的庇护之地，是珊瑚礁等典型生态系统的重要分布区域。

本项目距离海岛海岛较远，因此，本项目建设不会对海岛岸滩的稳定性造成影响。

◆对珊瑚群落的影响

本项目建设不会对珊瑚生态系统造成破坏。项目不规范施工过程可能会造成悬浮泥沙入海，增加局部海域水环境的泥沙含量，过多沉积物覆盖珊瑚可能导致其窒息死亡，沉积物覆盖在基质上对珊瑚群落的恢复（幸存珊瑚的再生和浮浪幼虫的固着）起抑制作用，降低珊瑚与藻类竞争空间的能力而逐渐被藻类取代；由于本项目附近的珊瑚主要分布在鹅洲、白沙洲、锅盖洲周围 3~6m 水深处，距离项目较远，不会对其造成影响。

（5）对保护区功能的影响

从影响范围及影响程度来看，本项目不规范施工导致的悬浮泥沙入海会对保护区水质造成一定的影响，影响面积相对较小，且悬浮泥沙的影响是暂时的，将随着不规范施工的结束而逐渐消失；施工与运营期的各类污水、固废均收集后集中处置，禁止排海，对保护区基本没有影响。总体来看，施工可能对周围海域水质会产生一

定的影响，但尚不会改变附近海域目前的环境质量等级。不规范施工或防护措施不到位使泥沙入海从而导致悬浮物增量会对保护区鱼卵、仔稚鱼及成体游泳生物产生损害，从而会对保护种类的补充群体产生一定的影响，但概率小影响也不大。

从保护对象来看，本项目附近海域不是主要保护区对象集中分布区，与海藻场、海岛典型生态系统及珊瑚群落的距离较远，鲸豚类保护动物基本未有发现，施工期可能有一定风险会对保护区鱼、虾、贝类造成一定的生物损失，对鱼类产卵繁育产生一定干扰。这些影响主要是施工期可能存在的风险，不一定发生，因而影响不大，项目施工结束后保护区仍能满足对保护对象及栖息生境的保护需求。

因此，项目建设对保护区影响较小，不会改变保护区的功能。建议应尽量避免本区海域春季鱼类产卵高峰期施工。

5.4.3 项目建设的生态环境可行性结论

本项目不位于大亚湾水产资源省级自然保护区，但与保护区相距较近(0.247km)。本次从建设项目概况、保护区概况、评价区域生态环境现状、项目建设对保护区的影响评价、主要环境保护措施等多个方面论证项目建设对广东大亚湾水产资源省级自然保护区的影响。总的来说，本项目在严格执行国家有关法律法规，加强保护区环境管理，切实落实各项环境保护措施、事故风险应急措施等的前提下，从满足继续有效维持保护区生态系统结构和功能稳定性的角度考虑，本项目建设对广东大亚湾水产资源省级自然保护区的影响较小。

5.5 生态保护红线环境影响评价

项目施工期不占用生态红线区域，建设过程中将规范施工，通过大气、水、噪声、固体废物等方面的防治措施及动植物的保护措施减少项目建设对生态红线区域的生态环境影响。拟建设项目属于非污染生态类项目，属于重大民生保障项目，项目建成后本身不产生污染物，对生态环境影响较小。

6 环境风险评价

6.1 评价目的与内容

本工程为供水工程，为线性工程，涉及范围广、建设地点分散、施工周期较长，从而影响因素较多。工程实施和运行过程中可能存在一些不确定的突发性事故风险因素，造成一定的环境风险，诸如由于自然条件恶劣、人为操作适当等原因，可能在工程区域引起施工车辆、机械碰撞等导致油类泄露等风险事故，造成环境危害等。因此，有必要进行环境风险分析，并采取必要的措施。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的规定，结合项目风险特征，本工程环境风险评价的主要内容为识别工程施工和运行期间可能发生的风险环节和潜在事故隐患，确定潜在环境风险事故的影响程度，并提出事故防范措施和应急预案，提高风险管理水平，使项目的环境风险影响尽可能降到最低，达到安全施工、运行之目的。

6.2 环境事故风险识别与分析

从环境风险产生时段来分析，对于本工程可分为施工阶段和运行阶段。由于环境风险为小概率意外事故发生后环境所承担的风险，因此，从施工阶段一系列活动和运行阶段设备运转情况分析，结合类似工程的经验，本工程可能出现以下方面的环境风险：施工污废水未经处理直接大量排放、施工期机械车辆溢油；运行期输水管道接头漏水、爆管等。

6.2.1 施工期环境事故风险识别与分析

6.2.1.1 施工机械、车辆溢油风险

本工程施工机械、车辆包括反铲挖掘机、推土机、自卸汽车等，施工机械在施工作业及行进过程中，由于自然灾害及人为操作失误或与其他车辆发生碰撞而可能引起油品泄露。施工所用机械仅自带燃油，载油量小，一般的管理操作失误或碰撞不会引起溢油事故，即使发生溢油事故，源强也较小。另外施工机械车辆运行时速较低，也

不会产生较为剧烈的碰撞。且施工期会尽量避开台风、大雾等灾害性天气，因此造成施工机械车辆溢油事故发生的概率相对较小。

6.2.1.2 施工污废水未经处理直接大量排放，对水体产生影响

水环境污染原因主要为施工污水处理设施故障不能正常运转，施工污废水未经处理排入海域及管道经过的河道，可能对自然保护区及河道水环境造成一定程度的影响。污水主要是砂石料冲洗废水及生活营区的生活污水，但因本工程各施工区污废水产生量较小，且施工污废水中基本不含有毒有害物质，未经处理排入河道后，影响范围及影响程度均较小。根据以往水利水电工程的施工情况，发生事故的概率很小。

6.2.2 运行期环境事故风险识别与分析

工程运行期，输水管道存在接头漏水、爆管等风险。工程设计阶段在管材的选用上主要从尽量减小风险，不易造成接头漏水、爆管将影响正常供水角度出发，采用接头连接可靠、出现漏水爆管等情况时能快速修复的钢管作为工程输水管道管材，最大限度减少运行期管道漏水及爆管的风险。

6.3 环境风险防范措施

6.3.1 施工期环境风险防范措施

6.3.1.1 施工期溢油事故防范措施

(1) 合理安排施工作业面，减少各类施工车辆、机械碰撞几率，加强机械设备的检修维护；

(2) 工程施工前与水库管理、防汛等部门沟通，获得施工许可；未经同意，不得擅自开工；加强施工质量和进度管理，严格按照既定的施工要求和施工进度进行施工，尽量避免汛期施工；

(3) 加强对施工机械设备操作人员和车辆驾驶人员的技术培训，提高施工人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，避免人为操作失当引起溢油事故发生；

(4) 建立避台防汛应急预案，预案应包括应急事故组织机构、应急救援队伍、应急设施及物质的配备、应急报警系统、应急处理措施、应急培训计划等内容；施工场所张贴应急报警电话。

6.3.1.2 施工期生产、生活废水事故性排放的防范措施

(1) 加强对生产、生活污水废水处理设施的日常管理，定期进行维护，保证废水处理设施的稳定、正常运行，确保废水处理尾水水质达到相关标准后方可回用；

(2) 定期对施工期生产、生活污水排放口水质进行监测；

(3) 加强对生产、生活污水废水处理设施的管理人员进行技术培训，增强管理人员的业务能力，避免因人为操作失误引起的生产、生活污水废水处理设施发生故障；

(4) 生产、生活污水废水处理设施的管理人员严格按照操作流程进行操作，如遇问题及时上报并立即进行排除。

6.3.2 运行期环境风险防范措施

(1) 工程可研阶段已从输水形式选择、输水线路布置、管材选择等方面作了充分论证，从设计源头尽量降低运行期的环境风险。工程优先输水管道布置力求线路短、尽量避开村庄及居民点、待开发区、现有管网等区域，线路走向位置符合当地城镇规划要求，管材选用了接头连接较为可靠的材料；

(2) 输水线路应有专人巡视，发现漏水及时报告、处理。全面检查各项设施状况；

(3) 输水管道沿线设置警示标识并划定保护范围，避免其他工程施工对本项目造成破坏。

6.4 风险评价小结

项目施工期环境风险主要是施工区突发事故污染对水库等水体造成的影响，评价表明，项目施工期间只要确保各类环保措施正常进行，严格杜绝污水事故排放造成附近水域污染物超标，施工期间发生河道水质污染的风险概率可以降低最低。

项目营运期从设计源头控制线路、管材等，并对沿线设置警示标识、定期检查设施等措施，发生渗漏水、爆管的风险较低，对外环境风险可以接受。

在做好以上各项安全和环境风险防范措施的前提下，项目的环境风险将降低到可接受的程度。

7 环境保护措施可行性分析

7.1 初步设计阶段应考虑环保措施

初步设计阶段，需要考虑的环境影响主要为施工机械的选用、施工时间的安排、施工交通安全的疏导、运行期事故风险应急工程措施、线位站场优化对居民点影响等方面。

(1) 施工机械的选择

初步设计时应明确施工期的低噪声的设备要求，降低对施工周边人群的影响，并提出严格按照《建筑施工场界噪声标准》(GB12523-90)、尽量采用封闭施工、周边设置屏障的施工要求。

(2) 施工时间

- ① 合理安排施工时间，夜间 22:00~6:00 在敏感点附近禁止高噪声设备施工；
- ② 施工站场必须设置临时排水沟和沉淀池，以防雨季时施工场地的泥沙径流造成周边已有的雨水管网的堵塞以及场地冲刷。

(3) 施工交通疏导

初步设计时，应对靠近交通干线附近的施工场地周边的交通安全、交通疏导设施的设置提出要求。

(4) 大气污染防治措施

应提出施工场地特别是分输站站场、靠近村庄管线路段，施工过程中应采取围蔽施工、洒水降尘等措施，以降低扬尘量，减少施工期扬尘污染。

(5) 运行期事故应急工程措施设计

初步设计阶段应考虑风险事故应急工程措施。

(6) 线位优化调整，对周边环境敏感点(居民居住区)的避让设计根据供水管道工程实施的经验，初步设计阶段在进行沿线的设计勘测后，将不可避免的会对线位、站场进行进一步优化和调整。根据本报告书对环境敏感点的环境分析结论，下阶段初步设计中优化和调整时应注意尽量避让环境敏感点，特别是较为集中的村庄、学校。

7.2 施工期环境环保措施

7.2.1 施工期环境空气污染防治措施

根据《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日第二次修正），本报告提出施工期扬尘污染防治措施如下：

（1）加强对建设施工和运输的管理，保持道路清洁，控制料堆和渣土堆放，扩大绿地、水面、湿地和地面铺装面积，防治扬尘污染。

（2）将防治扬尘污染的费用列入工程造价，并在施工承包合同中明确施工单位扬尘污染防治责任。要求施工单位制定具体的施工扬尘污染防治实施方案。

（3）在施工工地设置硬质围挡，并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面和车辆等有效防尘降尘措施。建筑土方、工程渣土、建筑垃圾应当及时清运；在场地内堆存的，应当采用密闭式防尘网遮盖。工程渣土、建筑垃圾应当进行资源化处理。

（4）在施工工地公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息。

（5）运输垃圾、渣土、砂石、土方、灰浆等散装、流体物料的车辆应当采取密闭或者其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染，并按照规定路线行驶。

（6）装卸物料应当采取密闭或者喷淋等方式防治扬尘污染。

根据《惠州市扬尘污染防治条例》（2021年1月1日起施行），施工期扬尘污染防治措施如下：

第五条 建设工程施工应当符合下列扬尘污染防治要求：

（一）施工工地围挡外围醒目位置设置公示栏，公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门、举报电话、工期等信息；

（二）城镇主要路段、一般路段的施工工地分别设置不低于二点五米、一点八米的硬质、连续密闭围挡或者围墙，管线敷设工程施工段的边界设置不低于一点五米的封闭式或者半封闭式围栏；围挡或者围墙底部设置不低于三十厘米的硬质防溢座，顶部均匀设置喷雾、喷淋等有效降尘设施；对于特殊地点无法设置围挡、围栏以及防溢座的，设置警示牌，并采取有效防尘措施；

（三）车辆驶出施工工地前将车轮、车身清洗干净，不得带泥上路，工地出口外

不得有泥浆、泥土和建筑垃圾；城镇施工工地出入口配备车辆冲洗设备和沉淀过滤设施；

（四）城市建成区施工工地出入口安装监控车辆出场冲洗情况以及车辆车牌号码视频监控设备，并按照市人民政府制定的标准安装建筑工地扬尘噪声在线监测设备；视频监控设备和建筑工地扬尘噪声在线监测设备保持正常运行；

（五）施工工地出入口、材料堆放和加工区、生活区、主干道等区域的地面进行硬化，并辅以洒水等措施；

（六）建筑土方、工程渣土、建筑垃圾和散装物料以密闭方式及时清运出施工工地；超过四十八小时未清运的，在工地内设置临时堆放场，并采用密闭式防尘网遮盖；

（七）施工工地内的裸露地面采取定时洒水等措施；超过四十八小时不作业的，采取覆盖等措施；超过三个月不作业的，采取绿化、铺装、遮盖等措施；

（八）建筑施工脚手架外侧设置符合标准的密目式防尘安全网，拆除时采取洒水、喷雾等措施；

（九）实施土石方、地下工程等易产生扬尘的工程作业时，采取洒水、喷雾等措施。

第六条 城镇道路、管线敷设以及水利工程施工除符合本条例第五条的规定外，还应当符合下列扬尘污染防治要求：

（一）实施路面切割、破碎等作业时，在作业表面采取洒水、喷雾等措施；

（二）以分段开挖、分段回填方式施工的，对已回填的沟槽采取覆盖、洒水等措施；

（三）使用风钻挖掘地面和清扫施工现场时，采取洒水、喷雾等措施；

（四）路面开挖后未及时回填、硬化的，采取遮盖等措施。

第七条 建（构）筑物拆除施工时，除应当符合本条例第五条第二、三、六、七、八、九项的规定外，施工单位还应当在作业过程中采取洒水、喷雾等防尘措施，洒水、喷雾可能危及施工安全的除外。

轻度以上污染天气预警期间，中心城区范围内停止房屋拆除、爆破作业。

第八条 运输砂石、渣土、垃圾、土方、煤炭、灰浆等散装、流体物料的车辆应当密闭运输，配备接入本地网络监测系统的卫星定位装置，并按照规定的路线、区域和通行时间行驶。

第九条 贮存砂土、水泥、石灰、石膏、煤炭等易产生扬尘的物料应当密闭；不能密闭的，应当设置不低于堆放物高度的严密围挡，并采取覆盖、喷淋、洒水等防尘措施。

装卸物料应当采取密闭或者喷淋等措施防治扬尘污染。

物料堆场出入口应当配备车辆冲洗设备和沉淀过滤设施，车辆出场时将车轮、车身清洗干净；物料应当以密闭方式运出堆场，防止因遗撒造成扬尘污染；地面未硬化且闲置超过三个月以上的物料堆场，应当在表面、四周种植植物或者构筑围墙并加以覆盖。

第十三条 裸露地面应当绿化，不具备绿化条件的，应当硬化、透水铺装或者覆盖。

7.2.2 施工期地表水污染防治措施

施工废水污染防治措施总原则是避免含泥沙或其它污染物的废水排放河流。工程施工期间，施工单位应严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排。

(1) 顶管穿越一般河流施工期应采取的主要环保措施

①施工井应设置在河堤以外，并尽量远离河堤，严格控制施工范围，控制施工作业面，减小占地面积。

②工程施工期间，施工单位应严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排。要建立移动式临时厕所，粪便应及时清理，粪便可就近送给当地老乡作肥料。

③建筑材料堆放地应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

④施工时所产生的废油严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布并在重点地方设立接油盘；为了防止漏油后蔓延，在设备周围设置围堰，并及时清理漏油。

⑤在穿越河流的两堤外堤脚内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆。

⑥泥浆池要按规范设立，其容积要考虑 30% 的余量，以防雨水冲刷外溢，泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗透处理，保证泥浆不渗入地下。

⑦施工结束后，施工单位应负责及时清理施工场地，应按国务院的《土地复垦规

定》复垦，栽种物种应以原有覆盖种为主。泥浆经过机械脱水风干后，送往当地环保部门指定的垃圾堆放场处置。

(2) 河流、沟渠开挖穿越施工期应采取的主要环保措施

①对于河床开挖时产生的渗出水排放，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉淀会使河水的水质恢复到原有状况，影响是局部的。

②施工营地和移动式临时厕所不能建在穿越河流的两堤外堤脚内，粪便应及时清理。

③在穿越河流的两堤外堤脚内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆

④防止施工污染物的任意弃置，特别是防止设备漏油遗洒在水体中。加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布并在重点地方设立接油盘；为了防止漏油后蔓延，在设备周围设置围堰，并及时清理漏油。

⑤施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实或用于修筑堤坝；必须注意围堰沙袋在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道；应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响。

⑥施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实或用于修筑堤坝；必须注意围堰沙袋在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道；应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响。

7.2.3 施工期地下水污染防治措施

为防止施工期施工活动对地下水造成影响，建设单位应采取如下措施：

①源头控制措施

各施工段施工期间应设排水渠、沉淀池等，收集处理各类施工废水。在开挖过程中保证施工机械的清洁，并严格文明、规范施工，避免油脂、油污等跑冒滴漏进而污染地下水。做好施工、建筑材料的存放、使用管理，避免受到雨水的冲刷而进入地下水环境。施工期产生的生活垃圾应集中管理，统一处置，以免废液渗入地下污染水质。

②分段控制措施

沿线各段的污水处理设施采取防渗漏措施，确保不污染地下水。严格执行各环节

的防渗要求，根据地下埋深实施一定的一般防渗处理措施，可保持施工场地周边地下水中各项指标稳定，基本能维持水质现状，不会造成地下水污染。

7.2.4 施工期噪声污染控制措施

施工时，尽量采用低噪声的设备，合理选择施工时间和方法，保护对象主要为：管线两侧沿线 200m 范围内敏感点。须采取和强化如下措施：

(1) 在项目施工过程中必须严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

(2) 施工时段安排：施工场地 200m 内若有居民居住，应合理安排施工时间，禁止噪声设备在作息时间（中午和夜间）内作业；如需要连续施工，夜间则尽量安排噪声量小的工程作业，以减少对居民的影响，并取得城管部门和环保部门的夜间施工许可，并张贴安民告示，获取周围民众的理解；

(3) 尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声的设备；

(4) 在施工边界，特别是距离周围住宅楼附近的施工现场应设置施工屏障，高音设备应设置临时隔声屏，以减少噪声的影响。

(5) 尽量采用市政电网供电，避免使用柴油发电机组。

(6) 施工时，施工场地、临时土料场、施工便道尽量避开近距离环境敏感点，在居民区附近限速；并张贴施工告示，获取公众配合。

7.2.5 施工期固体废物处置措施

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、工程弃渣和施工废料等。

(1) 生活垃圾

施工期产生的生活垃圾具有较大的分散性，且持续时间短。施工人员吃住一般依托当地的旅馆和饭店或民居，其生活垃圾处理均依托当地的处理设施。

(2) 施工弃土、废弃泥浆及建筑垃圾

工程永久弃土、废弃泥浆及建筑垃圾与当地政府签订协议，运至政府指定的余泥渣场。

(3) 施工废料

管道施工过程中焊接和防腐会产生少量废焊条和废弃防腐材料。分类收集、回收

利用，剩余废料交由工业废物回收单位处置。

7.2.6 施工期生态环境保护措施

7.2.6.1 工程占地保护措施

(1) 在遇到确定为环境敏感点的区域时，施工人员、施工车辆以及各种设备应按规定的路线行驶、操作，不得随意破坏道路等设施。

(2) 在管道施工过程中必须做到对管沟区土壤的分层剥离、分层开挖、分层堆放和循序分层回填（即将表层比较肥沃的土壤分层剥离，集中堆放；在管道施工结束后回填土必须按次序分层覆土，最后将表层比较肥沃的土铺在最上层）。尽可能降低对土壤养分的影响，最快使土壤得以恢复。

(3) 对施工中占用的耕地应按土地法规定的程序，向有关行政部门办理相关手续，并按当地政府的规定予以经济上补偿和耕地补偿。

(4) 对必须要毁坏的树木，予以经济补偿或者易地种植，种植地通常可选择在铁路、公路两旁、河渠两侧等。

7.2.6.2 植被保护和恢复措施

(1) 管道穿越林地时应尽量减小施工作业带宽度，本项目施工作业带控制在 30m 内，严格禁止砍伐施工作业带以外的树木。在有林地和果园地区，尽量采取人工开挖方式，减小机械作业对林地造成的破坏。

(2) 施工作业场内的临时建筑尽可能采用成品或简易拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏。尽量减少施工人员及施工机械对作业场外的灌木草丛的破坏；严格规定施工车辆的行驶便道，防止施工车辆在有植被的地段任意行驶。

(3) 施工便道尽量利用现有道路，通过改造或适当拓宽，一般能满足施工要求即可，避免穿越林地。

(4) 沿线施工作业带不得随意扩大范围和破坏周围农田、林地植被。

(5) 施工结束后要及时对临时占地进行植被恢复工作，根据因地制宜的原则视沿线具体情况实施：原为农田段，复垦后恢复农业种植；原为林地段，原则上复垦后恢复林地，不能恢复的应结合当地生态环境建设的具体要求，可考虑植草绿化。根据管道有关工程安全性的要求，沿线两侧各 5m 范围内原则上不能种植深根性植物或经济类树木，对这一范围内的林地穿越段，林地损失应按照“占一补一”的原则进行经

济补偿和生态补偿。

(6) 农田扰动区域植被恢复

以农业种植复垦为主，复垦第一年可考虑固氮型经济作物种植，适当辅助以人工施肥措施，以提高土壤肥力，促进土地生产力恢复。

(7) 林地扰动区恢复与绿化

林地穿越段两侧各 5m 范围内以植草绿化为主，必要时可考虑浅根性半灌木、灌木绿化。其中堤坝防护林穿越段绿化植物种选择要考虑实际固堤效果，优先选择表层根系发达的浅根性植物种；农田防护林穿越段绿化植物种选择既要考虑实际防护效果，也要考虑对农田作物的影响，建议选择表层根系一般发达的浅根性半灌木、灌木树种，可适当稀植。上述绿化植物种选择应对原有林分树种不产生共同寄主病害。

林地穿越段两侧各 5m 以外的施工扰动区以植树绿化为主。堤坝防护林、农田防护林穿越段绿化树种选择原则上以原有林分树种为主；可适当考虑异林分树种绿化，但考虑实际固堤或生态防护效果的同时，也要考虑该树种在当地的种植经验。异林分树种绿化一定程度上有利于提高当地生物多样性；树种尽量选择树冠开阔型，一定程度上有利于弥补因工程穿越所造成的林带景观分割；异林分树种选应原有林分树不产生共同寄主病害。

7.2.6.3 临时用地恢复措施

(1) 施工建筑材料堆放场等临时用地尽量考虑在施工作业带内设置，如不可避免需在施工作业带以外地段设置，在不增加工程总体投资的前提下，尽可能考虑利用附近现有堆放场地；在农田地段的建筑材料堆放场地应禁止进行地貌景观改造作业，施工结束后立即进行复垦改造。

(2) 施工筑材料堆放场周围一定范围内，应采取一定的防护措施，避免含有害物质的建材、化学品等污染物扩散；加强施工期工程污染源的监督工作。

(3) 建材堆放场、大型穿越工程施工场地等临时用地，不占或少占农田，以减少当地土地资源利用的矛盾。

(4) 施工前作业带场地清理，应注意表层土壤的堆放及防护问题，避免雨天施工，造成水土流失危害并污染周边环境；临时用地使用完后，立即实施复垦措施；加强临时性工程占地复垦的监理工作。

7.2.6.4 地表水体生态保护措施

(1) 管道所经区域内河流时，在施工过程中，严格控制对鱼类产卵有害的河流淤塞。在过河管道的施工过程中，制定有利的措施，加强对河流生物、鱼类的保护，尽量减少对水资源的破坏。

(2) 所有河流上的穿越和跨越排水渠都为鱼类保留在一定季节所游经的通道。对于鱼类及其他水生动物赖以生存的水体，充分考虑对其有无任何改变和影响。

(3) 为防止河流生态环境受到影响，大中型河流穿越较多选用定向钻穿越方式，小型河流穿越采用大开挖方式进行施工时，尽量选择枯水期进行，且河底面应砌干砌片石，两岸护坡设浆砌块石护岸，防止水土流失。

(4) 穿（跨）越河流施工过程中，应严格要求施工人员杜绝随地吐痰、便溺、丢弃废物的陋习，不能在水体区域内从事钓鱼、洗澡、打鱼等破坏环境的活动。

7.2.6.5 土壤保护措施

采用挖沟埋管为主的管道施工中，管沟挖过程中实施“分层开挖、分层堆放和分层回填”的措施，开挖过程中生熟土分开堆放，管线建设完毕后及时尽量恢复沿线地表原貌，比如种植新的草地和其他与新环境相宜的植物，使土壤生态环境的影响得到有效控制。

7.2.6.6 水工防护措施

一般线路段水工保护措施包括管沟回填土保持和地表水导水措施。管沟回填土措施主要指挡土墙、截水墙、排水沟、人工植草护坡等；地表水导水措施指地表条形截水墙、挡水墙、排水沟等。

(1) 护坡工程因地制宜，采取浆砌石护坡、土工格室护坡或植物护坡。

(2) 挡土墙一般适用于陡坎、陡坡、河流岸坡处。

(3) 截水墙用于沿坡敷设段的管沟回填土保持，分为草袋式和砌筑式截水墙，草袋式截水墙用于坡度小于 25° 的缓坡，砌筑式截水墙用于坡度大于 25° 的陡坡。

(4) 地表导水措施的作用是将地表水导向管沟区以外，具体措施的采用和不设，应视地形地貌情况采取挡、截、导的方法。挡水墙和排水沟一般用于坡顶抑郁形成汇水的地方。

当采用开挖方式穿越河流时，要根据河流的地质情况、水文情况及现有河流的护

岸情况选择适宜的水工保护措施，要以因地制宜、就地取材、经济适用为原则。其水工保护措施结构形式主要有河流护岸、护底措施。为保证管道安全，还应酌情设置混凝土压重块。

7.2.6.7 水土流失防治措施

(1) 合理安排施工进度及施工时间，施工时选择无雨、小风的季节进行，避免扬尘和水土流失。在河流和沟渠开挖段施工时应做到随挖、随运、随铺、随压，不留或尽可能少留疏松地面，废弃土方要及时清运处理；尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。

(2) 开挖穿越河流及农用灌渠时，应选择枯水期或非集中灌溉期间进行，开挖的土方不允许在河道长时间堆放，应将回填所需的土方临时堆放在河道堤岸外侧，多余弃土方直接用于固堤；管道敷设回填后的地表应保持与原地表高度的一致，严禁改变河床原有形态，严禁将弃土方留在河道或由水体携带转移；围堰施工结束后应逐段拆除，并运至弃土场堆放或合理利用，不得随意乱弃。

(3) 穿越河流施工时，对原有护砌的河渠，应采取与原来护砌相同的方式恢复原状；对穿越段土体不稳固的河岸要增加浆石护砌工程；对于粘性土河岸，可采取分层夯实回填土措施。施工结束后，应及时清理恢复河道原状，清运施工废弃物及工程弃土方。

(4) 施工中产生的弃土石方可以从以下几个方面进行处理：可以修路垫路基使用；可以用于水土保持工程使用；剩余部分应设专门渣场堆放，渣场的选择要合理，应避免当地的泄洪道，并征得当地水土保持和环保管理部门的同意，堆渣场应修筑拦渣坝、截水沟、并进行平整绿化。

(5) 施工回填后要适当压实，并略高于原地面，防止以后因地面凹陷形成引流槽，并按适当间隔根据地形，增高回填标高以阻断槽流作用。

(6) 沿线河流穿越工程的位置、方式、施工工艺及临时弃土堆放等设计应征得水行政主管部门的审核同意，避免对河流行洪产生不利影响。

(7) 对开挖土方采取保护措施，如适当拍压，旱季表面喷水或用织物遮盖等，在临时堆放场周围采取必要的防护措施。

(8) 对于邻近河流水体的施工区，应在施工区边界设立截流沟，防止施工区地表径流污染地表水体。

7.2.6.8 野生动物保护措施

施工单位应对施工人员开展增强野生动物保护意识的宣传工作，杜绝施工人员猎捕施工作业区附近的蛙类、蛇类、鸟类等现象。建议在主要施工场地设置警示牌，提醒施工人员保护野生动物。

7.2.6.9 生态景观环境影响减缓措施

(1) 加强施工队伍职工环保教育，规范施工人员行为。教育职工爱护环境，保护施工场地及周围的作物和树木。

(2) 严格划定施工作业范围，在施工带内施工。在保证施工顺利进行的前提下，尽量减少占地面积。在林地、果园内施工，应少用机械作业，最大限度的减少对树木的破坏，对景观的破坏。

(3) 施工中应执行分层开挖的操作规范，而且施工带不宜过长，施工完毕后，立即按土层顺序回填，同期绿化，减轻对景观生态环境的破坏。

7.2.7 土地复垦措施

7.2.7.1 土地复垦的质量要求

本项目复垦区复垦后的土地利用方向为现状为有林地和裸地的土地复垦为人工牧草地、果园复垦为其他园地、可调整果园和可调整有林地复垦为旱地，其余土地按照现状地类恢复为原貌，土地复垦利用类型应与地形、地貌及周边环境相协调；复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；应充分利用原有表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；排水设施和防洪标准符合当地要求；有控制水土流失措施；复垦区的交通道路布置合理；参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013) 东南沿海山地丘陵区关于耕地、草地、园地的土地复垦质量控制标准。

7.2.7.2 工程技术措施

(1) 土壤重构工程

土地翻耕：管道作业带经作业机械反复碾压，土壤已被压实，因此需进行翻耕，以疏松土层，利于纳雨贮水，促进养分转化和作物根系伸展。

表土回填、土地平整：将临时用地使用前收集的表土回填平整，确保复垦地块的

有效土层厚度。

(2) 植被重建工程

为合理利用土地，满足涵养水源、保持水土等环境要求，结合项目区气候地形条件，在复垦为水浇地区域内计划种植蔬菜等粮食作物；在复垦为其他园地区域内计划种植苗圃等作物；在复垦为人工牧草地区域内计划撒播草籽，每亩撒播草籽 5 千克，草种选用黑麦草。黑麦草抗恶劣环境能力极强，耐粗放管理，为良好的固坡保土植物。

7.2.7.3 生物化学措施

在复垦工程措施结束后，接着应当进行生物复垦，快速恢复植被，从而有效地控制水土流失、改善复垦区生态环境。生物和化学措施是实现废弃土地农业复垦的关键环节，主要进行土壤改良。

由于复垦土壤是新构造土，土地复垦时应在植被建立的过程中进行辅助施肥，提高土地生产力，植被才能克服肥力消失后的环境压力。作为大规模覆盖土培肥地力的肥料主要还是有机肥或杂肥。如河沟泥、生活污水、人畜粪便、秸秆、木屑等等都是较好的土壤改良剂，这些原料既容易获得成本又低，并能提供较多的有机质和土壤微生物，能提供较长时间的养分供应，还能起到地表覆盖和肥料的双重作用。充分利用这些废物不仅可改良覆盖土，同时也为这些废弃物处理提供了一条较佳的途径。

7.2.8 不同区段施工期环境保护措施

7.2.8.1 山地丘陵区

1) 敷设管道、修建施工便道

(1) 山地区

管道横坡、爬坡敷设时，管沟开挖前先对管道作业带的表土和表层风化壳进行剥离和保护(剥离的表层土集中堆放，在堆体四周坡脚采用土工布覆盖或装入编织袋进行保护)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；应采取综合水土保持防治措施。在施工前布设好挡渣墙、排水沟等,施工过程中还应控制爆破药量，尽量减少对周边环境的破坏和影响；管道敷设完毕后，对失稳边坡、裸露母质采取护坡、固土措施，并配套坡面水系工程，防止诱发崩岗；及时进行表土还原与土地平整，根据原土地利用类型进行恢复，具体如下：

① 管道穿越林地时，在管沟中心线两侧 5m 范围内种草，5m 范围以外的扰动面

按照原有树种或选择适生树种进行混交造林，林下撒播草籽恢复植被。

② 管道穿越草地和荒山荒坡时，选择适生的草种恢复植被。

③ 管道穿越坡耕地和梯田时，采取恢复田埂和坡改梯措施，完善坡面排水系统，恢复耕地。

(2) 平地敷设

管沟开挖前先对管道作业带的表土进行剥离和保护(集中单独堆放，采用土工布覆盖)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；管道敷设完毕后，应及时回填，实施表土还原和土地平整，对破坏的农田恢复农田田坎、灌排沟渠及田间道路等。

3) 公路及铁路穿越

顶管穿越铁路和公路时，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护；施工结束后，实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

直接开挖穿越公路时，施工过程中注意处理好建设垃圾；施工结束后，按原公路标准恢复道路路面、排水沟和行道树。

4) 施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对野生植被滥砍滥伐，严禁捕猎，严格限制人员的活动范围，破坏沿线的生态环境；

5) 工程施工占有林地和砍伐树木，管线通过生态林时，应向林业主管部门申报。

7.2.8.2 农田区

1) 要尽量避免农作物生长季节，以减少农业生产的损失。

2) 要注意对熟化土壤的保护和利用：在施工前，首先要把表层的熟化土壤尽可能地推到合适的地方并集中起来；待施工结束后，再施用到要进行植被建设的地段，使其得到充分、有效的利用。

3) 施工完毕后，作好现场清理、恢复工作，包括田埂、农田水利设施等。

4) 对于施工破坏的农田防护林，由于管线两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此需改种浅根植物，也可种植农作物。管线两侧 5m 以外可恢复农田防护林。

5) 植物护坡：管线破坏的灌溉渠道填方段或田坎，为保护坡面，防止风蚀，均应按植物护坡技术要求种植，种植可根据当地立地条件选择两种草种进行混播。

6) 河流穿越

顶管法穿越大型河流时，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护，并设置泥

浆池；施工中产生的废弃泥浆经处理后排入泥浆池内；施工结束后，实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

围堰大开挖穿越大、中型河流，应避开汛期施工，围堰拆除的弃渣应返回原取土场。施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。直接开挖穿越小型河流和沟渠时，多余土石方就近洼地填埋并夯实，

施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

7.2.8.3 基本农田保护方案

1) 对于本工程所涉及的永久占地和临时占地都应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有批准权的政府部门批准。对于永久占地，应纳入当地的土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

2) 本工程临时占地中，部分是基本保护农田，对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

施工中虽采用了分层开挖、分层回填措施，但耕层土养分也会大量流失，需进行土壤恢复。主要措施可采用经费补偿，增施农家肥措施。

7.2.8 环境敏感目标环境保护措施

本管道工程在施工建设过程中，将涉及一些近距离村庄、水产资源自然保护区、红树林保护区等，并临时占用部分基本农田，为便于施工期的环境管理，现根据施工中的作业特点和各施工区段的敏感目标分布情况，分别提出具体的环境保护措施，见表 7.2-1。

表 7.2-1 环境敏感重点区段施工期环境保护区措施

沿线敏感区段/敏感点		行政区划	保护目标	主要环境影响	环境保护措施
自然保护区	大亚湾水产资源省级自然保护区	惠州市 深圳市	水产资源及其生境	施工造成一定影响。	<ol style="list-style-type: none"> 1.加强对施工现场、施工人员的管理。严禁随意抛洒、倾倒建筑垃圾。施工完毕后,要及时恢复原有生态环境。 2、施工期间,要严格控制路由走向、并控制施工作业带宽度(干线 20m、支线 18m)范围,控制扬尘、泥沙等。 3、选择低噪声施工设备,采取好防治措施,减少鱼类幼崽
顶管穿越区段	白云河等	惠州市 惠东县 稔山镇	水质	<p>施工场地的临时占地、施工中将使用一定量的泥浆(设泥浆池)等均对周围环境产生一定影响。若机械设备有漏油现象,将对河流水质有潜在影响。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.沿线不设施工营地,施工人员租住于当地民居,生活污水依托于当地生活污水系统排放,生活垃圾依托当地生活垃圾收集清运系统。 2.施工场地应设置在河漫滩以外,严格控制施工范围,尤其是河流穿越段,应尽量控制施工作业面,以免对河流造成大面积破坏。 3.施工场地应尽量紧凑,减少占地面积;产生的废弃泥浆应与当地签订处理协议,运至指定地点掩埋或拉运到当地垃圾处理厂掩埋。 4.施工生产废水(包括泥浆分离水、管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等)均不得随意排放,需经处理达标后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)。 5.施工时产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体,不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强施工机械维护,防止施工机械漏油。 6.含有有害物质的建筑材料如沥青、水泥等不准堆放在河漫滩附近,并应设蓬盖和围栏,防止雨水冲刷进入水体。 7.管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方应在指定地点堆放,禁止弃入河道或河滩,以免淤塞河道。 8.施工结束后,应运走废弃物和多余的填方土,保持原有地表高度,恢复河床原貌,以保护水生生态系统的完整性。
开挖穿越水体区段	III类及以上水体	沿线各市(县区)	水质	<p>由于采用开挖方式穿越,施工段水体的悬浮物浓度有短时间、小范围升高;若机械设备有漏油现象,将对河流水质有潜在影响。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.施工征得当地水务部门的许可。 2.施工营地远离河道。 3.严格控制施工范围,尤其是河流穿越段,应尽量控制施工作业面,以免对河流造成大面积破坏。 4.管道试压水不得随意排放,需经沉淀或干草包过滤后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)。 5.不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强施工机械维护,防止施工机械漏油。若有漏油现象应及时收集,并用专门容器盛装后统一处理。 6.水泥等建筑材料不准堆放在水体附近,并应设蓬盖和围栏,防止雨水冲刷进入水体。 7.管道敷设及河道穿越作业过程产生的弃土石方应在指定地点堆放,用于修筑水保设施和两岸堤坝,禁止将其弃入河道或河滩,以免淤塞河道。 8.施工结束后,保持原有地表高度,恢复河床原貌。
山区、丘陵、冲沟地段		沿线各市	地表植	管道施工造成地表	<ol style="list-style-type: none"> 1) 在施工作业带两边修筑临时排水通道使水流从通道内流走。在比较陡的地段设置挡水墙。

沿线敏感区段/敏感点	行政区划	保护目标	主要环境影响	环境保护措施
	(县区)	被、土壤	植被破坏,而引起水土流失;在纵坡上铺设管道,施工时容易扩大作业带,造成对植被的损害。	2) 在黄土塬冲沟地段施工时,将沟壁上的土全部倒运到沟上,以便施工后,将冲沟两侧恢复成原貌,为此虽然多增加施工成本,但减少水土流失。 3) 从管沟开挖到管沟回填,紧紧围绕有利于后期恢复地貌这个中心,保证种草籽,当年绿化。 4) 在特殊地段采用把管道放到自制的运管爬犁上,用 D80 推土机牵引,前面有一台挖掘机配合,解决了运管难和环境破坏的问题。
基本农田区段	沿线各市(县区)	基本农田	管沟开挖扰动土体使土壤结构、组成及理化特性等发生变化影响农业生产	1) 划定施工范围,尽可能少的占用耕地。 2) 挖掘管沟时,应分层开挖、分开堆放;管沟填埋时,也应分层回填,即底涂回填在下,表土回填在上。分层回填前应清理留在土壤中的固体废物,回填时,还应留足适宜的堆积层,防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。回填后多余的土应平铺在田间或作为田埂、渠埂,不得随意丢弃。 3) 施工时,应避免农田受施工设备、设施碾压,而失去正常使用功能。例如:机井、灌渠、灌溉暗管(一般埋藏较浅)等水利设施的损坏,会导致灌溉渠受益范围内农作物生长受影响。 4) 施工期应尽量避免作物生长季节,减少农业生产损失。 5) 施工结束后做好农田的恢复工作。清理施工作业区域内的废弃物,按国务院的《土地复垦规定》复垦。凡受到施工车辆、机械破坏的地方,都要及时修正,恢复原貌,植被(包括自然的和人工的)破坏应在施工结束后的当年或来年予以恢复。
建筑物密集区段(管道两侧 200m 范围内的村庄)	沿线各市(县区)	居民	施工过程中各种机械、车辆排放的废弃、扬尘,产生的噪声将影响居民的正常生活	1) 施工时应采用土工布对料堆进行覆盖,工地应实施半封闭隔离施工,如防尘隔声板护围,以减轻施工扬尘及噪声对周围环境的影响。 2) 严禁夜间施工,尽量避免使用强噪声机械设备。需要在夜间施工时,必须向主管部门提出申请,获准后方可在指定日期进行,并提前告知附近居民。 3) 粉状材料(石灰、水泥)运输采用袋装或罐装,禁止散装运输。 4) 建立临时声障,在施工过程中可根据情况适当建立单面声障。管线运输、吊装应安排在日间,施工车间路过村镇时,禁止鸣笛。
沿线古树及保护植物区段	沿线各市(县区)	沿线顾顺顾顺	在加强施工管理,严格控制路由走向、并控制施工作业带宽度范围,确保管道不随意占用作业带以外区域的前提下,对沿线古树及保护植物无影响。	1. 严格控制施工作业带宽度范围,禁止随意占用作业带以外区域。 2. 施工方应对工程沿线的古树和保护植物提前做好摸底,对距离较近的古树和保护植物采用施工围栏围闭及其他保护措施,防止施工机械或车辆碰撞。 3. 加强对施工人员进行古树和保护植物的保护工作的宣传和教育的。 4. 确保沿线古树和保护植物的树干、外形不会受到人为砍伐、机械损伤或明显生长不良影响。

7.2.9 交通保护措施

管线分段施工，尽快完成开挖、回填，要注意设置临时便道，并配设交通警示标志；材料运输应避免交通高峰期，减轻附近道路车流压力。建筑材料及废弃土石方的运输应避免交通高峰期，或在夜间进行，以减少交通堵塞，降低对居民出行的影响。

7.2.10 施工期环境保护要求

建筑工地必须达到国家及省规定的环保标准。对施工场地周边应设置标准围挡。同时，施工工地要铺设石渣路面；工地出口要设置清除车辆泥土的设备；做到车辆不带泥土驶出工地；施工中产生的废水、泥浆不能流入施工场地外；建筑及生活垃圾严禁凌空抛撒，要堆放在指定地点并及时清运；要按规定使用商业混凝土。

此外，未经批准禁止在晚间 22:00 至次日的 6:00 之间从事有噪声的建筑施工作业。

7.2.11 管理措施

为了保证环境保护措施和环境管理计划成为承包商的职责，需采取如下措施：

- (1) 在项目前期对承包者的资格进行认证时，将环境管理纳入资格认证的条款。
- (2) 设一个全职的环境保护专业人员，负责施工过程中的环境监督、环境监测和具体环境保护措施的实施。
- (3) 建设单位在招标文件编制过程中，将项目环境影响报告书所提出的各项环保措施建议编入相应的条款中，以便其了解相关的环境保护内容并在投标文件中编制出相应的概算，使环境保护措施的实施成为中标者的义务和责任。
- (4) 在项目施工之前，将对承包者进行相关的环保培训。
- (5) 施工监督单位对环境管理和污染控制也负有重要的责任，对施工监督单位在环境管理上的要求也将纳入招标文件并最终写入合同。

在与施工方签订的合同中，应包含有生态环境保护责任方面的内容，必须将环境保护条款和本环境评价措施纳入施工经济合同和工程监理之中，并且要求施工方配备现场环境管理人员。管线工程要分段集中施工，开挖线不宜过长，同时还应避免在大

风大雨等灾害天气状况下施工。施工中尽量利用既有道路和生活设施，减少施工临时用地。对少量临时征用的施工场地，在工程竣工后应及时平整，复耕还田、植被恢复。施工应考虑避开农作物生长季节，以减少农业生产损失。施工结束后，凡农田地段应及时进行复垦；辅助监控站建设要有绿化美化规划，植被恢复要有专项资金保证。

采取上述环保措施后，本工程输水管道建设对周围环境的影响将降低到可接受水平。

7.3 营运期环境保护措施分析

营运期主要为检修排水、排泥产生的废水、泥浆等，需采取合理的污染防治措施，具体如下：

7.3.1 营运期水污染防治措施

根据工程分析，本项目营运期正常情况下无废水产生，仅检修会排除一定废水，经收集后外委处理，不直接外排。

7.3.2 营运期环境空气污染防治措施

本项目为原水管道项目，营运期无废气产生。

7.3.3 营运期噪声污染控制措施

本项目为原水管道项目，营运期无噪声产生。

7.3.4 营运期固体废物处置措施

本项目为原水管道项目，营运期正常情况下无固体废物产生，仅检修排泥时会产生泥渣，废渣等，为一般固体废物，收集外运处理。

7.3.5 营运期地下水污染防治措施

本项目为原水管道项目，营运期不会对地下水造成影响。

7.4 社会环境影响减缓措施

7.4.1 施工期社会环境影响减缓措施

工程开发阶段的措施应强调：制定恰当的赔偿政策，努力使各方就赔偿政策达成一致意见；采取措施，通过参与工程规划最大限度地减少对社区的影响。具体来说，在开发阶段需要采取的措施详见表7.4-1。

表 7.4-1 施工期社会环境影响缓解措施

工程活动	缓解措施
(1) 天然资源：农业、渔业、林业	<p>果园地区的管道敷设：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、向受到工程影响的农民和社区提供信息，解释有关赔偿的程序； 2、完成果树赔偿标准的协商； 3、通过社区协调人员就果园作物达成赔偿一致意见，完善实施计划，尽可能避免安装管道时对果树收获造成的损失； 4、通过社区协调人对工程施工进行监督。
	<p>穿过耕地/灌溉地区的管道：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、对管线进行详尽的规划，尽可能地减少对农作物、灌溉土地、灌溉基础设施和沟渠的影响； 2、就赔偿事宜与农民达成一致意见，散发宣传资料； 3、尽可能不在灌溉季节安装管道。除了执行赔偿计划，最大限度地减少对灌溉系统的影响； 4、通过社区协调人使灌溉用水单位与施工单位就灌溉问题达成协议； 5、社区协调人负责对施工进行监督。
	<p>穿过鱼塘的管道：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、就鱼塘损失及重建赔偿事宜达成协议； 2、社区协调人就施工时间、管道安装前的排水和施工周期与当地农民达成协议。
	<p>穿过林区的管道：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、尽量减少对林区的影响(注意：稀疏灌木只占整个林区的小部分)； 2、与林业部门和风险承担人以及当地社区代表就树木补植事宜进行协商，以最大限度地减少对当地生态环境的影响； 3、与林业部门保持密切合作，执行管理计划，以避免发生土壤侵蚀现象，保证在管道保护地带迅速进行重新造林，3 米宽的中央保护地带除外。
(2) 基础设施和公共安全	<p>河流穿越减缓措施：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、选择枯水季节施工； 2、控制施工面积，严格划定施工作业带范围； 3、施工结束后要对破坏的堤岸恢复原貌。
	<p>站场和施工人员住所的建设施工：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、为施工人员住所编号，以免与当地居民住宅混淆 2、规范施工，尽量减少由施工带来的干扰
	<p>施工总原则：减少社会压力和安全隐患的策略</p>
(3) 社会经济影响及权益问题	<p>社区一级的监督</p>
	<p>工程监督、规划和经济政策问题</p>
(4) 社会风险及对策分析	<ol style="list-style-type: none"> 1、加大项目的社会、公众宣传力度，让公众更全面的了解项目的总体情况。 2、加强环境保护、减轻对海洋及陆域环境的污染。

7.4.2 运营期社会环境影响减缓措施

运营期，缓解措施应将重点更多地放在不利影响的监督和开展社区管理活动上。具体来说，工程营运阶段的措施方案及建议详见表7.4-2。

表 7.4-2 运营期社会环境影响缓解措施

工程活动	缓解措施
(1)管道运行	1、重建/栽植监督 2、赔偿监督
(2)紧急情况	根据发生的情况，对当地居民产生的不良影响进行监控（这种不良影响几率很少）
(3)地方经济影响	1、对管道对地区经济和社区及当地居民产生的影响进行监测 2、成立经济协调委员会，就与地方和国家政府关于供水工程的投资执行方案的协调工作进行检查和监督
(4) 社会风险及对策分析	1、加大项目的社会、公众宣传力度，让公众更全面的了解项目的总体情况。 2、加强环境保护、减轻对海洋及陆域环境的污染。 3、优惠用水价格，使当地群众分享项目所产生的效益。

7.4.3 社会监督及管理

(1) 社会管理计划

环境社会管理计划主要包括：①完善社区支持和协调机制；②在社区和工程两个层面上确立和执行监督机制。

社会缓解措施要求与受到工程影响的当地社区进行协调，协调贯穿于工程的从规划到运作的整个阶段。建议组成社区协调小组为社区提供必要的协调工作。

协调的对象以农民、灌溉用水单位和乡村管委会为主。协调人员应在农业管理方面拥有丰富的经验，如果还具备果园作物、农田作物和林业方面的知识则更为理想。这些组织是工程单位在进行管道定线工作和制定赔偿管理政策时应予以重点协调的对象。

社区协调工作可通过对外招聘，或由工程管理人员或借调人员担任，还可与其它公司（非政府组织）签定合同，由该公司负责协调社区工作，将社区协调工作以承包的方式交由其它公司管理，可简化管理程序，产生一连串的效益。社区协调工作详见表7.4-3。

表 7.4-3 社区协调工作方案

方案实施阶段	社区协调活动
详细设计阶段	1、制定社区协调方案策略 2、招聘社区协调员：高级协调通过指定产生，担任对本协调方案的总的监督工作 3、招聘和培训支持人员：尽量从地方政府部门或其它事业单位借调 4、与地方政府机构协调 5、与村委会协调 6、与农民切协调 7、现场定线协商：目的在于尽量减少对农作物的影响，确立减少对农业生产的影响的指导方针
建设阶段	1、继续就管线走向进行讨论：尽可能减少对农业生产的影响 2、确定施工时间 3、收集有关赔偿的数据
运作阶段	1、就补植方案进行监督和协调：社区行为 2、在社区一级就监督方案进行协调

(2) 社会影响评估监督

建议在工程执行和运作阶段所应采取的监督措施参见第十五章环境影响和减缓措施。监督内容将包括：对社区的影响以及工程对地方经济产生的更更广泛的影响。

直接影响包括：补植方案、赔偿程序、土壤侵蚀管理、安全隐患及污染物排放。

监督方案也将涉及到社会权益及代表性方面的问题，尤其是关于当地社区的赔偿沟通政策。

7.5 环境保护投资估算

本项目工程总投资60344.75万元，其中环保投资100万元，占全部工程投资的0.2%。

8 环境影响经济损益分析

8.1 环保投资

本项目总投资约 60344.75 万元，环保投资 100 万元，占总投资 0.2%。

8.2 社会效益分析

本项目是惠州供水系统的重要组成部分，主要功能是为惠州市大亚湾提供水源。

本项目为稔平半岛供水工程外分的原水输送管道工程，本项目的建设扩大了稔平半岛供水工程水资源利用的效率，填补了惠州市大亚湾水资源供给缺口，对惠州地区经济发展和惠州市水资源利用均有重要意义。

综上所述，本工程符合国家可持续发展战略，符合地方经济发展需要，对其进行可行性研究十分必要。

8.3 经济效益分析

本项目总投资为 60344.75 万元人民币。

本工程主要利用稔平半岛供水工程，从其分水点进行管道工程连通，提供大亚湾地区水资源供应保障能力，具有较高的经济效益。同时，随着大亚湾区经济增长迅速，用水量逐年提升，并呈现加快上升的势头，尤其是石化区企业不断壮大，美孚、中海油三期等重大项目的入驻将进一步推高大亚湾区用水需求。本项目的供水规模及供水能力将直接关系大亚湾重大项目的落地，大大提高项目的经济效益。

8.4 环境损益分析

8.4.1 环境损失分析

本工程在建设过程中，由于线路工程施工建设需要临时占用土地，扰动土壤，破坏地表植被，并因此带来一定程度的环境损失。一般来说，环境损失包括直接损失和间接损失，直接损失指由于项目建设对土壤、地表植被及其生境破坏所造成的环境经济损失，即土地资源破坏的经济损失；间接损失指由土地资源损失而引起的其他生态

问题，如水土流失、生物多样性及生产力下降等生态灾害所造成的环境经济损失。间接损失的确定目前尚无一套完整的计算方法和参考依据，因此，仅通过计算直接损失—生物损失费来确定环境损失。

8.4.2 环境效益分析

本项目通过采取相应的生态恢复和污染治理措施，能够减轻管道建设对沿线区域环境的扰动，同时新增水土流失得到有效控制，周边环境质量不仅不会降低，还会有所改善，具有一定的环境效益。

8.5 小结

根据上述损益分析结果，项目的环境、社会、经济总的效益大于环境损失，综合效益显著。且本工程为非污染生态工程，具有运行年限长，环境损失补偿大多为一次性投入的特点。建成后，在环境损失方面的补偿随着时间的增加基本不需追加投资，随着工程的运行，环境效益将不断增大。因此，在环境费用—效益方面，工程具有较优越的经济指标。

9 环境管理与环境监测

环境管理是企业管理的一项重要内容,加强环境监督管理力度,尽可能的减少“三废”排放量及提高资源的合理利用率,把对环境的不良影响减小到最低限度,是企业实现环境、生产、经济协调持续发展的重要措施。环境监测是环境管理的重要组成部分,是工业污染防治的依据和环境监督管理工作的前提,加强环境监测是了解和掌握项目排污特征,研究污染发展趋势及防治对策的重要依据与途径。

本管道工程对环境的影响主要来自施工期的各种作业活动,会给生态环境带来较大的影响。为最大限度地减轻施工作业对生态环境的影响,建立科学有效的环境管理体制,落实各项环保措施显得尤为重要。

9.1 环境管理机构、职责及制度

9.1.1 环境管理机构及职责

为了贯彻执行有关环境保护法规,及时了解项目及其周围环境质量、社会因子的变化情况,掌握环境保护措施实施的效果,保证该区域良好的环境质量,在项目区需要进行相应的环境管理。项目建设单位应该有专门的人员或者机构负责环境管理和监督,并负责有关措施的落实,在施工期和营运期对项目区域生产噪声、生活污水、工业废水、废气、固体废物等的排放、处理及环保设施运行状况进行监督,严格注意相关的排污情况,以便能够在出现紧急情况的时候采取应急措施。因此,要设立控制污染、环境和生态保护的法律负责者和相关的责任人,负责项目整个过程(包括施工期和营运期)的环境保护工作。具体职责如下:

- (1) 贯彻执行国家和地方环境保护方面的方针、政策及法律、法规;
- (2) 组织制定本企业的环境保护规章制度和标准,并督促检查执行;
- (3) 负责体系建立和实施过程中的监督、协调、人员培训和文件管理等工作;
- (4) 明确各部门在环境管理工作中应负的职责;
- (5) 制定污染控制及改善环境质量的计划;
- (6) 负责有关环保文件、技术资料的收集建档;
- (7) 负责各种应急预案和环境管理及监测计划的制定和校审工作,并负责事故

的应急处理和善后事宜。

9.1.2 环境管理制度

为了落实各项污染防治措施,加强环境保护工作的管理,应根据项目的实际情况,制订出有效的环境管理制度,主要包括:

- (1) 环保岗位责任制度;
- (2) 施工期环境监测制度;
- (3) 环境污染事故调查与应急处理制度;
- (4) 环保设施与设备运转与监督管理制度;
- (5) 清洁生产管理制度;
- (6) 监督检查制度。

9.2 环境管理

环境管理的内容包括:项目在建设期和运营期必须遵守国家、地方有关环境保护的法律、法规和标准,制定和调整项目环境保护目标,接受地方环境保护主管部门的监督,协调与有关部门的关系,以及一切与改善环境及保护环境有关的管理活动。其总的指导原则为:

(1) 项目的建设应得到充分的环保论证,使项目实施后对当地环境质量的影响最小,尽可能地避免或减少工程建设和运行中对环境带来的不利影响。当这种影响不可避免时,应采取相应的技术经济上可行的工程措施加以减缓,这些措施应与主体工程同时施工。

(2) 项目不利环境影响的防治工作应由一系列的具体措施和环境管理计划组成,这些措施和计划用来消除或减少工程施工和运行期间的有害于环境的影响,使其对环境造成的影响程度达到可以被接受的水平。

(3) 环境保护措施应包括施工期和运行期的保护措施,并对常规情况和突发情况分别提出不同的环境保护措施和挽回不利影响的方法。

(4) 环境管理计划应制定出机构上的安排,各岗位的职责,以及执行各种防治措施的程序、实施进度、监测内容和报告程序等内容。

9.2.1 施工阶段环境管理方案

本管道工程的施工期是对生态环境影响最大的时期,为确保各项环保措施的落实,

最大限度地减轻施工作业对环境的影响，建立施工期环境管理体系、引入环境监理、监督机制尤为重要。

1、承包机构在施工期环境管理上的主要职责

- (1) 贯彻执行国家环境保护的方针、政策和法律、法规；
- (2) 负责制定本工程施工作业的环境保护规定，根据施工中各工种的作业特点，分别制定各工种的环境保护方案，制定发生事故的应急计划；
- (3) 负责组织施工期间的环境监理，审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用；
- (4) 监督检查保护生态环境和防止污染设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；
- (5) 监督施工期各项环保措施的落实及环保措施的落实情况；
- (6) 负责协调与沿线各地、市环保、水利、土地等部门的关系；
- (7) 负责调查处理工程建设中的环境破坏和污染事故；
- (8) 组织开展工程建设期间的环境保护的宣传教育与培训工作。

2、强化施工前的培训

在施工作业前必须对全体施工人员进行培训，以提高施工人员的环保知识、环保意识和处理跟环境有关的突发事件的能力。培训内容包括：

- (1) 国家和地方有关环境方面的法律、法规和标准；
- (2) 施工段的主要环境保护目标和要求；
- (3) 认识遵守有关环境管理规定的重要性，以及违反规定带来的后果的严重性；
- (4) 保护动植物、地下水及地表水水源的方法；
- (5) 收集、处理固体废物的方法；
- (6) 管理、存放及处理危险物品的方法；
- (7) 对施工作业中发现的文物古迹的处理方法等。

3、加强施工承包方的管理

施工承包方是施工作业的直接参与者，他们的管理水平好坏将直接关系到环境管理的好坏，为此，在施工单位的选择与管理上应提出如下要求：

- (1) 在技术装备、人员素质等同的条件下，选择环境管理水平高、环保业绩好的承包方。施工期对环境的破坏程度与施工承包方的素质和管理水平有直接的关系，因

此在工程招标过程中,对施工承包方的选择,除要考虑实力、人员素质和技术装备外,还要考虑其业绩,优先选择那些管理水平高、环保业绩好的队伍。

(2) 在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务,将有关环境保护条款,如环境保护目标、采取的水、气、声、生态保护及水土保持措施等,列入合同当中,并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一。

(3) 施工承包方应按建设单位的要求,建立相应的管理机构,明确管理人员及其相应的职责等。在施工作业前,应编制详细的环境管理方案,连同施工计划一起呈报建设单位及其它相关环保部门,批准后方可开工。

环境管理方案应包括以下措施:

——减少施工扬尘、粉尘、施工机械及车辆废气排放等大气污染防治措施;

——降低施工机械及车辆噪声、施工噪声,以及在噪声敏感区设置隔声设施等防治噪声污染的措施;

——减少施工废水、生活污水排放,并加以妥善处理,防止污染地表水环境的措施,在地表水源保护区施工时必须采取有针对性地保护措施;

——施工废渣、生活垃圾等处理处置措施;

——限定施工活动范围、减少施工作业对土壤和植被的扰动和破坏、保护动植物等生态保护措施;

——林区作业时的风险防范措施和应急预案;

(4) 施工单位要严格执行施工前的培训考核制度,施工人员必须经过相关部门的环保知识的宣传、教育和培训考核之后,成绩合格者方能进行施工,施工时要做到文明施工,环保施工。

(5) 施工单位要严格执行施工期的各项环保规定,落实各项环保措施,按要求选择适宜的施工时间、尽量缩小施工范围、废渣和垃圾集中堆放、泥浆和废土等按规定进行处置、施工结束后做到工完料净、按规定对土地进行恢复。

(6) 为加强管理施工单位作业范围,明确施工人员作业区域,应在施工作业带两侧树立明显标志,严禁跨区域施工。

(7) 建设单位的环境监管人员应随时对施工现场的环保设施、作业环境,以及环保措施的落实执行情况进行认真的检查,并做好记录。

(8) 对施工中出现的与环保有关的问题进行及时的协调和解决。

(9) 施工单位应根据当地环境合理选择布设施工营地，制定施工营地管理条例，条例中应包括对人员活动范围、生活垃圾及其它废物的管理。

4、做好环境恢复的管理工作

工程建设不可避免地会对环境造成破坏，因此必须做好工程完成后的环境恢复工作。目前的生态恢复措施随机性很大，完全取决于参与者的专业技术水平和偏好，因此，除要求施工单位按规定实施生态恢复外，还应聘请专业的生态专家来指导生态恢复工作，或配置专门的技术监理人员监督检查生态恢复质量。

(1) 环境空气的控制

1) 施工期间要做到文明施工，根据施工计划制定防止扬尘污染的措施，如加设挡板、洒水，多余土方及时清运，运输车辆离开现场上路行驶之前车轮用水冲洗，加盖帆布运输等，同时尽量避免在起风的情况下装卸物料。

2) 作业地点定期检查并对敏感点 TSP 进行监测，发现超标现象应限期整改。

3) 对违反操作规定施工或有问题不及时整改的采取行政和经济处罚。

(2) 水环境的控制

1) 生产及生活废水严禁未经处理外排。

2) 施工场地应加强管理，防止土石方、施工材料等进入堆放地附近河道。

3) 输水管过河管道的施工应选择合理的方案，尽量减少河道开挖。

(3) 噪声环境的控制

1) 以先进的低噪声施工工艺代替落后的高噪声施工工艺。

2) 推土机、挖掘机及装卸车辆进出场地应限速，加强机械设备、运输车辆的保养维修。

3) 合理安排工期及施工时间，避免强噪声作业机械持续影响周围居民。

4) 按规定操作设备，尽量减少碰撞噪声，尽量少用哨子等指挥作业。

5) 定期对敏感点噪声水平进行监测，对超标点提出治理措施。

(4) 生态环境的控制

1) 弃土回填后要重视表面的植被培养以防止水土流失；施工结束后，临时占地要进行清理整治，拆除临时建筑，清扫地面，并及时进行绿化，将水土流失降至最低水平。

2) 对施工临时占地，应将原有土地表层耕作的熟土堆置一旁，待施工完毕后将熟

土推平，恢复土地表层。

(5) 固体废物的控制

1) 建筑垃圾和弃方要按当地有关部门规定统一处理，生活垃圾由环卫部门收集后填埋。

2) 废土堆放场地周围应修建围墙和集排水沟，保证场地排水通畅，防止雨季堆场雨水不能及时排放而外溢。

3) 建筑垃圾和废土要及时处置，减少在施工场地的堆放时间。

(6) 社会环境保障

1) 按照我国政府及当地的有关征地政策和补偿办法，对被征用土地的村民进行合理补偿。

2) 管线分段施工，尽快完成开挖、浇注、回填等，材料运输要避开交通高峰期。

3) 加强对管理、施工人员在文物保护方面的教育和意识的培养，一旦发现文物古迹，要立即通知当地文物保护部门，并及时保护好现场，待文物部门妥善处理后再继续施工。

9.2.2 营运阶段环境管理方案

营运期环境管理主要是生态恢复期措施落实的环境管理，主要包括以下几个方面：

①制定运行期生态恢复措施，并监督各项生态保护措施落实的情况，定期检查植被恢复情况，发现问题及时作出处理；

②制定运行期水土流失防治计划和措施，并监督各项水土流失防治措施的落实情况。

9.2.3 环保人员培训

为保证环境管理工作的顺利、有效开展，须对企业员工进行知识、技能的培训，除向全体员工介绍本工程的重要性和施工意义外，还应针对不同岗位做不同的培训。

9.2.4 信息交流

环境管理要求在组织内不同部门、不同岗位之间进行必要的信息交流，同时还要向外通报有关信息。

9.3 环境监理

根据《广东省环境保护条例》(2019年11月29日第二次修订),防治污染设施及其他环境保护设施的建设,应当实施工程环境监理。

工程建设单位和当地环保部门负责不定期的对施工单位和施工场地、施工行为进行检查,考核监理计划的执行情况及环保措施、水保措施与各项环保要求的落实,并对施工期环境监理进行业务指导。

环境监理人员应代表业主进行日常工程环境监理审核,编制各类监控报告,并将突发性环境问题及时报告业主的环保主管部门以及国家和地方环保主管部门。

1、环境监理人员应具备的条件

- (1) 环境监理人员必须具备大学本科及以上学历和必要的环境保护专业知识;
- (2) 熟悉国家环境保护方面的法律、法规、政策和标准,了解当地环保部门的要求和环境标准;
- (3) 接受过专门培训,有较长的从事环保工作的经历;
- (4) 具有一定的场站及油气管道建设的现场施工经验。

2、环境监理人员的责任

- (1) 监督施工现场“环境管理方案”的落实情况;
- (2) 对施工期环境监测计划的执行进行监督;
- (3) 及时向主管部门汇报施工环境现状,并根据发现的问题提出合理化建议及改进方案;
- (4) 制止一切违反环境保护法律、法规,且对环境造成污染的行为;
- (5) 解决一些现场突发的环境问题。

3、环境监理工作程序

环境监理是业主和承包商之外的经济独立的第三方,它严格按照合同条款和相关法律、法规,公正、独立地开展工作。环境监理工程师是工程监理的重要组成部分,它既与工程监理有联系,又具有特殊性和相对独立性。环境监理的书面指令通过工程监理下达,以保证命令依据的唯一性。

4、环境监理工作开展的方式

- (1) 监理人员要定期对施工现场进行巡检,重点环境敏感地区,如沿线近距离的水源保护区、自然保护区等地区,每周至少检查1次~2次。对存在重大环境问题的

施工区域要进行跟踪检查，并详细客观(以文字及现场照相或摄像的形式)地记录检查情况；

(2) 对检查中发现的问题，以口头通知或下发环境整改通知书的形式督促施工单位进行整改；

(3) 在环境敏感区域内若发生环境污染事故，应要求承包商进行监测，并提供监测数据，必要时，建议聘请专业人员进行监测，依据监测结果，对存在的环境问题及时要求承包商治理；

(4) 要求承包商限期解决的重大环境问题，承包商拒绝或限期满仍未解决时，在与业主协商后，向承包商发出“环境行动通知”，由业主聘请合格人员实施环境行动；

(5) 督促承包商编报环境工作月报，并审阅承包商环境月报，对承包商的环境管理工作进行评价，并提出改进意见；

(6) 听取工程附近居民及有关人员的意见，及时了解公众对环境问题的看法，提出解决的建议，并向有关方面做出汇报。

5、环境监理的主要内容及工作重点

(1) 环境监理的主要内容

环境监理工程师应按照业主的委托，按照施工期工程环境监理方案和工作重点开展工作，确保管道施工、站场施工、穿跨越施工以及施工场地、料场、施工便道等符合环保要求，监督环评报告书提出的环保措施的执行情况，通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

(2) 工作重点

本工程环境监理的重点应放在自然保护区、生态红线等地区附近施工时的监理，确保施工期的一切活动都符合环保的要求，并监督敏感区的环保措施的落实情况。

施工期环境监理方案及重点监控内容见表 9.3-1。

表 10.3-1 施工期环境监理方案和重点监控内容

重点点段	重点监理内容	目的
临近水产资源自然保护区及海洋生态红线	在水产资源自然保护区附近施工时，为保护水产资源及其生境不受破坏应特别注意： 1 施工场地是否设置是否规范； 2 建筑材料堆放在工作带的防护措施范围内，机械设备是否有漏油现象； 3 施工场地是否有污水排放，是否流入自然保护区； 4 施工产生的工业垃圾是否分类挖坑堆放,及时清理，是否进入保护区的可能性	防止水体污染，并保护水产资源及其生境不受破坏
开挖穿越的重要河流	1 施工季节是否合适，是否是河流的枯水期，是否避开灌溉季节； 2 多余土石方堆放是否远离河道和水体； 3 建筑材料堆放是否整齐； 4 是否划定施工作业范围，是否有超范围施工的情况，是否超越施工作业面； 5 施工场地是否建旱厕； 6 施工机械是否有漏油现象，在穿越河流的两堤内是否存在给施工机械加油或存放油品储罐的现象，在河流主流区和漫滩区内是否有清洗施工机械或车辆的现象； 7 施工结束后是否对河床等进行护坡处理； 8 施工产生的工业垃圾是否分类挖坑堆放； 9 管道试压水的处理是否征得当地环保部门同意； 10 施工场地选择是否把减少植被破坏作为首先考虑的因素之一； 11 对于管沟开挖或河床开挖时产生的渗出水排放是否采取了先经渗坑过滤后再排入河流的办法； 12 施工结束后，管沟回填后多余土石方是否均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧并压实，或用于修筑堤坝； 13 施工结束后，施工现场是否进行清理，恢复原貌。	防止地表水体污染
顶管穿越的河流	1 顶管施工现场泥浆池的大小是否合适，是否有泥浆泄漏现象； 2 建筑材料堆放是否整齐； 3 施工场地选择是否把减少植被破坏作为首先考虑的因素之一； 4 施工机械是否有漏油现象； 5 施工营地是否设置在河床以外； 6 施工产生的工业垃圾是否分类收集堆放； 7 施工生产废水(包括泥浆分离水、管道试压水、管沟开挖的渗水以及施工机械废水等)是否存在随意排放的现象，是否经处理达标后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)； 8 施工时产生的废油等物是否有倾倒或抛入水体的现象，是否有在水体附近清洗施工器具、机械的现象； 9 含有害物质的建筑材料如沥青、水泥等堆放是否远离河漫滩附近，是否设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体； 10 管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方是否在指定地点堆放，是否存在弃入河道或河滩的现象； 11 施工结束后，施工现场是否进行清理，废弃物和多余的填方土是否运走，地表是否保持原有高度，是否恢复河床原貌，以保护水生生态系统的完整性。	防止水体污染

重点段	重点监理内容	目的
管道两侧 200m 范围内的居民点	<ol style="list-style-type: none"> 1 每天 20 时至次日凌晨 6 时是否按要求禁止高噪声设备作业,是否存在噪声扰民的现象, 是否有居民投诉; 2 施工路段、灰土拌和场地、运输便道等是否定时洒水; 3 粉状材料堆放时是否设蓬盖; 4 施工现场是否设围栏或部分围栏, 以减少施工扬尘扩散范围; 5 汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料是否加盖蓬布、是否控制车速, 防止物料洒落和产生扬尘; 6 卸车时是否尽量减少落差, 减少扬尘; 7 大风时, 是否避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施; 8 运输路线是否尽可能地避开村庄, 施工便道是否进行夯实硬化处理, 以减少扬尘的起尘量; 9 各类推土施工是否做到随土随压、随夯, 减少水土流失; 10 对推过的土地是否做到及时整理, 是否有植被恢复或绿化措施; 11 以柴油为燃料的施工机械是否存在超负荷工作的现象; 12 施工中是否有随意抛弃建筑废料、残土和其他杂物的现象; 13 施工期产生和生产垃圾是否集中收集, 是否运至地方环保部门指定地点安全处置; 	防止噪声影响居民, 防止施工扬尘对居民产生影响, 减少居民损失, 保护居民正当权益
沿线基本农田、林地	<ol style="list-style-type: none"> 1 临时用地植被恢复和耕地复垦等措施的执行情况; 2 管道开挖作业时, 对挖出的土壤是否按“分层开挖、分层堆放、分层回填”的原则进行; 3 回填后多余的土是否平铺在田间或作为田埂、渠埂, 是否有随意丢弃的现象; 4 临时弃土堆放场选址是否合理, 是否采取了有效的水土保持措施; 5 施工带宽度选择是否合理, 是否有超越施工带施工作业的现象; 6 施工期是否避开农作物的生长季节。 	减少对土壤的扰动和理化性质的影响, 减少对农业生产的影响, 恢复植被, 防止水土流失。
沿线古树 (保护植物)	<ol style="list-style-type: none"> 1.是否严格在施工作业带内施工; 2.对距离施工作业带较近的古树及保护植物是否采取围闭及其他保护措施; 3.是否对施工人员进行古树和保护植物的保护工作的宣传和教育; 4.沿线古树和保护植物的树干、外形是否有受到机械损伤或明显生长不良情况。 	防止施工对古树的影响
行路施工段	<ol style="list-style-type: none"> 1 施工季节选择是否合理; 2 施工产生的弃土石方是否合理处置; 3 是否做好防止暴雨、泥石流冲刷的危害应对措施。 4 爆破施工方案是否可行, 是否有助于减免地质灾害发生和由爆破产生的其他不利影响。爆破活动是否按照要求限制在日间(6:00-22:00)进行。 	防止水土流失, 保护周边野生动、植物

9.4 环境监测计划

9.4.1 施工期环境监测

施工期的环境监测主要是对作业场所的控制监测，主要监测对象有土壤、植被、施工作业废气、废水和噪声等。对作业场所的控制监测可视当地具体情况、当地环保部门要求等情况而定，如：在人群密集区施工可进行适当噪声监测，在重要河流穿越施工时进行水质监测等；对事故监测可根据事故性质、事故影响的大小等，视具体情况监测气、土壤、水等；生态环境监测主要监测内容为项目建设所涉及的生态环境要素、生态环境问题、生态环保措施的落实情况。具体施工期环境监控计划见表 9.4-1。

表 10.4-1 施工期环境监测计划

环境要素	监测位置	监测项目	监测频率	执行标准
环境空气	管道沿线近距离主要居民点	粉尘	根据施工进度确定，施工期间至少进行2次监测	《广东省大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段无组织排放监控限值
地表水	主要河流穿越段下游500m处设1个监测点	SS、COD、BOD、氨氮、石油类	根据施工进度确定，施工期间至少进行2次监测	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类
地下水	/	/	/	/
声环境	管道沿线近距离主要居民点	等效连续A声级	根据施工进度确定，施工期间至少进行2次监测，需包括昼间和夜间(如有)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
固体废物	施工作业场地，以顶管施工场地为重点	工程弃土、废弃泥浆、建筑垃圾；废焊条和废防腐材料；生活垃圾	施工期间由施工环保监理单位落实	妥善处置，不直接外排
环境风险	事故发生地点	根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况监测气、水等	事故发生时	/
古树及保护植物	古树(保护植物)的位置	施工作业带与古树和保护植物的距离、对古树和保护植物采取的保护措施、古树和保护植物的树干、树冠生长健康状况	施工期间每月1次	/

建设单位委托有资质的环境监测单位或沿线各地市环境监测站对施工场地所在区域的环境质量现状进行现场监测，委托有资质的环境监理单位对施工场地固体废物处置情况进行随机抽查。施工期环境监测及监理工作由沿线各地市环保局进行监督。

9.4.2 营运期环境监测

1) 环境监测工作组织

针对本工程环境污染的特点，营运期可不必自设环境监测机构，需要进行的环境

监测任务可委托当地环境监测站进行。环境监测应按国家和地方的环保要求进行，采用国家规定的标准监测方法，并按照规定，定期向公司和有关环境保护主管部门上报监测结果。

2) 监测计划

根据工程运营期的环境污染特点，环境监测主要包括对站场排污的定期监测以及事故监测，具体见表 9.4-2。

表 9.4-2 运营期环境监测计划

环境要素	监测位置	监测项目	监测频率	执行标准
环境空气	/	/	/	/
地表水	/	/	/	/
地下水	/	/	/	/
声环境	/	/	/	/
生态环境	穿越森林公园	林地（植被类型，草群高度、盖度）	调查	生境恢复，生态补偿
	穿越的农田区域	耕地	调查	覆土还耕
	施工作业带	植被类型，草群高度、盖度	调查	生境恢复
环境风险	/	/	/	/

生态调查主要是对管道沿线的植被恢复情况进行调查和统计，以便能及时采取一些补救措施。

9.5 建设项目竣工环境保护验收“三同时”一览表

本项目竣工环境保护验收“三同时”一览表详见表 9.5-1、表 9.5-2。

表 9.5-2 本项目“三同时”验收一览表（施工期）

项目	验收内容
管沟开挖段	1) 是否执行了“分层开挖、分层堆放、分层回填”的操作制度； 2) 施工机械作业是否超越了作业带宽度； 3) 管沟回填后多余的土方处置是否合理。
穿跨越河段	1) 穿越河段的水工保护，施工是否严格按设计方案执行，施工质量是否能达到要求； 2) 施工机械的废油、作业废水等是否流入河床。
敏感区段	施工时间是否对珍稀动物的生存、繁殖造成影响。
沿线古树（保护植物）	远离古树和保护植物施工、施工保护围闭；确保古树和保护植物正常、健康生长。
其它	1) 施工结束后是否及时清理现场、恢复了地貌，是否及时采取了生态恢复和水土保持措施； 2) 施工季节是否合适； 3) 有无砍伐、破坏施工区以外的作物和植被，有无采摘花果等行为。
环境监测、监理	施工期实施环境监测、监理，对报告书提出的施工期环保措施进行落实

表 9.5-2 本项目“三同时”验收一览表（营运期）

项目	治理措施	治理效果	监测因子	备注
固体废物	检修时产生的废渣	运走委外处理	—	—
	泥渣	运走委外处理	—	环卫部门清运
生态环境	沿线古树（保护植物）	远离古树和保护植物施工、施工保护围闭	古树和保护植物正常、健康生长。	—
	沿线地貌、植被恢复	表土剥离、施工场地恢复、渣场植被恢复	沿线临时用地地貌、植被恢复	复绿面积
	站场绿化	种草、植树	大于空地 15%	绿化面积
	水土保持工程	浆砌石护面、挡土墙、排水沟、挖填方边坡护坡等	控制或减轻水土流失	水土流失量

10 结论

10.1 项目概况

本工程为新建原水管道起于稔平供水工程分水点处，沿厦深高铁南侧、X207 现有道路、石化大道、滨海大道、滨海十路及碧海路，敷设至大亚湾石化区水厂处。项目设计管道主管直径 DN1600，管道全长约 26.6 km，供水规模为 20 万 m³/d。

10.2 污染物排放情况

(1) 施工期污染源

1. 施工期大气污染源

根据本项目施工工艺，本项目施工期大气环境的影响主要来源于施工过程中产生的大气扬尘、焊接烟尘、机械设备燃油废气。施工场地扬尘产生量为 43.2kg/d，焊接烟尘产生量为 0.368t。

2. 施工期水污染源

施工期水环境的影响主要来源于施工场地废水、设备清洗废水、管道试压废水和施工人员的生活废水。生活污水产生总量为 13770m³。

3. 施工噪声

本项目施工噪声主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机等，其强度在 80~115dB(A)。

4. 施工固废

施工期固废主要包括生活固废、弃渣土及施工废料；其中：施工期生活垃圾产生总量为 102 t，弃渣土为 1.24 万 m³，施工废料量约 5.3t。

5. 非污染生态环境影响因素

本项目施工期生态环境的影响主要包括：管线施工作业带临时占地对原有植被、土壤结构的影响；河道开挖对水生生态系统的影响。

总体来说，施工对原有的生态环境将产生较大的影响，主要影响为：农业生态系统、土壤结构、景观生态影响、地形地貌、水生生态系统等。

(2) 营运期

本项目为非污染型项目，营运期间不产生废气、噪声，检修过程会通过排水排

泥井排出少量废水、泥渣等，数量较少。

10.3 环境保护措施及主要环境影响

10.3.1 施工期环境保护措施及主要环境影响

1. 施工期环境空气环境保护措施及主要环境影响

本项目施工期大气污染源主要包括施工扬尘、施工机械设备燃油废气、管道焊接产生的焊接烟尘等。由于本项目分段施工，废气污染物的排放较为分散，且废气污染源具有间歇性和流动性，通过对作业面进行洒水抑尘，对堆放的砂石等建筑材料进行遮盖，防止尘土飞扬；加强回填土方堆放场的管理，采取土方表面压实、定期喷水、覆盖等措施；临时堆土场、临时施工运输便道应尽量与沿线各敏感点保持 100m 的距离；靠近村庄等环境敏感点的施工现场采取封闭或半封闭施工方式；管道安装结束及时回填，弃土及时清理，运往指定场所；施工作业带、施工场地严格落实施工围挡及外架 100%全封闭等措施。通过大气扩散作用，管道沿线及站场施工对区域环境空气质量的影响很小，对管道沿线两侧及站场附近居民点的影响较小，且影响时间短，随着施工期结束影响也随之消失。

2. 施工期水环境保护措施及主要环境影响

管线施工不设施工营地，施工人员租住附近民房；施工场地周围设置沉沙池；建筑材料堆放地应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体；施工时所产生的废油严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等；加强设备的维修保养；在穿越河流的两堤外堤脚内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆；合理规划施工进度，制定施工计划，在暴雨前及时将松土压实，用帆布或者塑料层等遮盖坡面进行临时应急防护，减缓暴雨对坡面的剧烈冲刷；在管线和道路穿过，或平行经过环境敏感点，或河流、水塘等，采取泥沙控制措施以防止含泥沙的地表径流影响敏感点；在管线铺设完成后，退场前承包商应清洁场地，包括移走所有不需要的设备和材料。

施工期施工机械较少，作业时间较短，废污水产生量较少，在采取相应废水收集处理措施后，基本不会影响周边水环境；管道试压采用清洁水，试压排水经沉淀过滤后用于林地浇灌、洒水等，不会对周围地表水环境造成明显不良影响。

3. 施工期噪声污染控制措施及主要环境影响

施工期噪声源主要为产生自管道施工（包括一般地段和穿越工程等）的挖掘机、电焊机、吊机、定向钻、打桩机等机械设备。通过严格控制作业时间，作业前做好周围居民的协调和沟通工作；尽量选用低噪声或带隔声消声装置的机泵类设备、调压器设备以及施工机械设备，加强机械维修保养；合理布置施工场地，高噪声机械远离敏感点；清管作业选择在白天进行等措施降低施工噪声对区域环境造成的影响。采取上述措施后，本项目施工厂界噪声排放达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。管线施工具有临时性、短暂性的特点，对居民点的声环境影响小。

4. 施工期固体废物处置措施及主要环境影响

施工弃方、废弃泥浆等，与当地政府签订协议，运至政府指定的余泥渣场；废焊条和废弃防腐材料收集后交有资质单位处理；施工人员的生活垃圾由当地环卫部门进行统一收集清运。

采取上述措施后，项目施工期产生的固体废物不会对外环境产生明显影响。

5. 施工期地下水环境保护措施及主要环境影响

控制管沟开挖深度，不会对地下水位及周边敏感点用水产生影响；施工过程中产生的废水、油类、泥浆等统一收集处理，不会污染地下水水质。

6. 施工期生态保护措施及主要环境影响

本工程对生态环境的影响主要集中在对土地的占用、对土壤的破坏、对地表植被的破坏等。通过加强施工期环境管理，控制施工作业带宽度，减少临时占地和植被破坏，分层开挖、分层堆放、分层回填，做好复绿、复垦等措施，管线两侧只适宜种植浅根性灌木及草本植物进行植被恢复，但总体上对区域植被类型、生物量、生物多样性和生态系统服务功能的影响程度不大，自然体系经过一段时间可得到恢复，逐渐形成稳定的生态系统，对生态环境造成的影响是可以接受的。

10.3.2 营运期环境保护措施及主要环境影响

营运期主要是检修产生的少量废水、泥渣。

1. 营运期废水处理措施及主要环境影响

营运期检修时会排出一定废水，外运处理。对周边地表水环境的影响较小。

2. 营运期固体废物处置措施及主要环境影响

本项目产生的固体废物主要检修时产生的废渣，主要为氧化铁粉末和粉尘；以

及排除的泥浆；均属于一般工业固体废物，收集外运处理。

采取上述措施后，项目营运期产生的固体废物不会对外环境产生明显影响。

5. 营运期地下水环境保护措施及主要环境影响

本项目属于管线工程，管道管径较小，不会切割地下水流向。本工程不穿越地下水环境敏感点，不会阻断或改变当地地下水的流态；在正常状态下，项目的营运不会对沿线地区的地下水水质构成污染。

6. 营运期生态环境保护措施及主要环境影响

本项目管道穿越林地应依法办理临时使用林地、林木采伐等相关行政审批手续，做好临时用地的复绿、复垦措施。通过落实本报告及相关保护目标专题评价报告提出的污染防治措施、生态保护、生态恢复和生态风险防范措施，管道所经地区影响范围内地表基本得到恢复，施工期被切断的动物通道也得到恢复，对沿线植被、生物多样性、生态系统生态效能和水生生物的影响在可接受范围内。

10.4 环境风险评价

总体来说，本项目施工期通过积极采取本报告提出的环境风险防范、应急措施，在发环境风险事故后通过及时按照事故应急措施和应急预案进行处理，其影响可以得到有效控制，本项目施工期环境风险事故可以控制在可接受水平。

10.5 公众意见采纳情况

建设单位在环境影响评价开展过程中，同步开展了公众参与工作。根据《环境影响评价公众参与办法》要求，于2022年9月14日在“惠州大亚湾环境水务集团有限公司”网站首次公开环境影响评价信息情况，主动公开了项目概况及环境影响评价工作程序、工作内容等信息。建设项目环境影响报告书征求意见稿形成后，于2022年9月23日在“惠州大亚湾环境水务集团有限公司”网站及项目周边敏感点公开《稔平半岛至大亚湾供水工程环境影响报告书（征求意见稿）》，纸质版查阅地点设置在惠州市惠大水务有限公司办公室。

建设单位表示项目在今后的建设运营过程中，将接纳受访单位及群众的建议，始终把环保问题作为重点，认真落实各项污染治理措施，做好治理工作，尽可能减少项目建设对周围环境的影响，以争取公众持久的支持。

10.6 环保措施

10.6.1 施工期

本次根据《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日第二次修正）和（2021年1月1日起施行）提出施工期扬尘污染防治措施。施工废水污染防治措施总原则是避免含泥沙或其它污染物的废水排放河流。工程施工期间，施工单位应严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排。地下水采取分段控制控制措施。施工时尽量采用低噪声的设备，合理选择施工时间和方法，保护管线两侧沿线200m范围内敏感点声环境。施工期产生的生活垃圾依托当地的处理设施，废弃泥浆、工程弃土、工程弃渣等与当地政府签订协议，运至政府指定的余泥渣场，施工废料分类收集、回收利用，剩余废料交由工业废物回收单位处置。生态保护措施主要采取工程占地保护措施、植被保护和恢复措施、临时用地恢复措施、地表水体生态保护措施、土壤保护措施、水工防护措施、水土流失防治措施、野生动物保护措施、生态景观环境影响减缓措施等等。

10.6.2 营运期

营运期主要为检修排水、排泥产生的废水、泥浆等，均收集外运处理。

10.7 环境经济损益分析

根据环境损益分析结果，本工程的环境、社会、经济总的效益大于环境损失，综合效益显著。且本工程为非污染生态工程，具有运行年限长，环境损失补偿大多为一次性投入的特点。建成后，在环境损失方面的补偿随时间的增加基本不需追加投资，随着工程的运行，环境效益将不断增大。因此，在环境费用一效益方面，工程具有较优越的经济指标。

10.8 环境管理与监测计划

环境管理与环境监测是企业管理中的重要环节。本工程将建立健全环境管理机构，加强环境管理工作，开展施工期环境监测、监督计划，对施工期进行环境监理，对工程、施工运营提供环境保障，提高环境效益。

10.9 综合结论

项目建设符合产业政策要求，项目选线符合相关法律法规要求。本项目在施工和运营期对项目周边水环境、声环境、大气环境以及生态环境会产生一定影响，本项目通过加强管理及采取相应的环境保护措施可以有效地减缓项目建设带来的不利影响，项目建设的环境影响是可接受的。因此，本报告认为：项目在落实报告书及各专项评价报告提出的各项环境保护措施、生态恢复和补偿措施和风险防范措施，严格执行“三同时”规定后，做好环境风险应急预案前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设是可行的。

附录：项目所在区域植物名录

一、卷柏科 **PSILOTACEAE**

1. 铺地蜈蚣 *Lycopodium cernuum* L.

二、木贼科 **EQUISETACEAE**

2. 笔管草 *Equisetum debile* Roxb.

三、里白科 **GLEICHENIACEAE**

3. 铁芒萁 *Dicranopteris linearis* (Burm.f.) Underw.

四、海金沙科 **LYGODIACEAE**

4. 掌叶海金沙 *Lygodium digitatum* Presl

5. 小叶海金沙 *L. scandens* (L.) Sw.

五、凤尾蕨科 **PTERIDACEAE**

6. 蜈蚣草 *P. vittata* L.

六、铁钱蕨科 **ADIANTACEAE**

7. 扇叶铁钱蕨 *A. fleabellulatum* L.

七、金星蕨科 **THELYPTERIDACEAE**

8. 毛蕨 *Cyclosorus gongylodes* (Schkuhr.) Link

八、肾蕨科 **NEPHROLEPIDACEAE**

9. 肾蕨 *Nephrolepis cordifolia* (L.) Presl

九、买麻藤科 **GNETACEAE**

10. 小叶买麻藤 *Gnetum parvifolium* (Warb.) C. Y. Cheng

被子植物亚门 **ANGIOSPERMAE**

双子叶植物纲 **DICOTYLEDONEAE**

十、木兰科 **MAGNOLIACEAE**

11. 长叶木兰 *Magnolia paeneta* Dandy

十一、番荔枝科 **ANNONACEAE**

12. 藤椿 *A. monogyan* Merr. et Chun

13. 鹰爪花 *Artabotrys hexapetalus* (Linn.f.) Bhandari

14. 喙果皂帽花 *Dasymaschalon rostratum* Merr. et Chun

15. 皂帽花 *D. Trichoporum* Merr.

16. 假鹰爪 *Desmos chinensis* Lour.

17. 白叶瓜馥木 *Fissistigma glaucescens* (Hance) Merr.

18. 银钩花 *Mitrephora thorelii* Pierre

19. 毛澄广花 *Orophea hirsuta* King

20. 细基丸 *Polyalthia cerasoides* (Roxb.) Benth. et Hook. f. ex Bedd.

21. 暗罗 *P. suberosa* (Roxb.) Thw.

22. 嘉陵花 *Popowia pisocarpa* (Bl.) Endl.

23. 光叶紫玉盘 *Uvaria bomiana* Finet et Gagnep.

24. 刺果紫玉盘 *U. calamistrata* Hance

25. 紫玉盘 *U. microcarpa* Champ. ex Benth.

十二、樟科 **LAURACEAE**

26. 毛黄肉楠 *Actinodaphne pilosa* (Lour.) Merr.

27. 厚叶琼楠 *Beilschmiedia percoriacea* Allen

28. 无根藤 *Cassytha filiformis* Linn.

29. 黄樟 *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.

30. 厚壳桂 *Cryptocarya chinensis* (Hance) Hemsl.

31. 海南厚壳桂 *C. hainanensis* Merr.

32. 山鸡椒 *Litsea cubeba* (Lour.) Pers.

33. 潺槁木姜 *L. glutinosa* (Lour.) C. B. Rob.
 34. 白野槁树 *L. glutinosa* var. *beideliifolia* (Hay.) Merr.
 35. 乌心楠 *Phoebe tavoyana* (Meissn.) Hook.f.
- 十三、毛茛科 **RANUNCNACEAE**
36. 粗柄铁线莲 *Clematis crassipes* Chun et How.
- 十四、防己科 **MENISPERMACEAE**
37. 苍白称钩风 *Diploclisia glaucescens* (Bl.) Diels
 38. 细圆藤 *Pericampylus glaucus* (Lam.) Merr.
 39. 粪箕笃 *Stephania longa* Lour.
- 十五、白花菜科 **CAPPARIDACEAE**
40. 尖叶槿果藤 *Capparis acutifolia* Sweet
 41. 小刺槿果藤 *C. micracanth* DC.
- 十六、堇菜科 **VIOLACEAE**
42. 三角车 *Rinorea bengalensis* (Wall.) O. Ktze.
- 十七、景天科 **CRASSULACEAE**
43. 落地生根 *Bryophyllum pinnatum* (Linn.f.) Oken
- 十八、蓼科 **Polygonaceae**
44. 毛蓼 *Polygonum barbatum* L.
- 十九、苋科 **Amaranthaceae**
45. 青葙 *Celosia argentea* L.
- 二十、千屈菜科 **LYTHRACEAE**
46. 毛萼紫薇 *Lagerstroemia balansae* Koehne
- 二十一、五桠果科 **DILLENIACEAE**
47. 小花五桠果 *Dillenia pentagyna* Roxb.
 48. 大花五桠果 *D. turbinata* Finet et Gagnep.
- 二十二、大风子科 **FIACOURTIACEAE**
49. 刺篱木 *Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.
 50. 大叶刺篱 *F. rukam* Zoll. et Mor.
- 二十三、西番莲科 **PASSIFLORACEAE**
51. 龙珠果 *Passiflora foetida* Linn.
- 二十四、葫芦科 **CUCURBITACEAE**
52. 红瓜 *Coccinia grandis* (Linn.) Voigt
- 二十五、山茶科 **THEACEAE**
53. 荷木 *Schima superba* Gardn. et Champ.
- 二十六、桃金娘科 **MYRTACEAE**
54. 肖蒲桃 *Acmena acuminatissima* (Bl.) Merr. et Perry
 55. 桉树 *Eucalyptus* sp.
 56. 桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.
 57. 乌墨 *S. cumini* (L.) Skeels
 58. 水竹蒲桃 *S. Fluviale* (Hemsl.) Merr. & Perry
 59. 阔叶蒲桃 *S. latilimum* (Merr.) Merr. et Perry
 60. 山蒲桃 *S. levinei* (Merr.) Merr. et Perry
- 二十七、野牡丹科 **MELASTOMACEAE**
61. 野牡丹 *Melastoma candidum* D. Don
 62. 紫毛野牡丹 *M. penicillatum* Naud.
 63. 毛稔 *M. sanguineum* Sims
 64. 细叶谷木 *M. scutellatum* (Lour.) Naud.
- 二十八、使君子科 **COMBERTACEAE**
65. 风车子 *Combretum pilosum* Roxb.
 66. 使君子 *Quisqualis indica* Linn.
 67. 海南榄仁 *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness.

- 二十九、金丝桃科 **HYPERICACEAE**
68. 黄牛木 *Cratoxylon cochinchinensis* (Lour.) Bl.
- 三十、藤黄科 **GUTTIFERAE**
69. 岭南山竹子 *Garcinia oblongifolia* Champ.
- 三十一、椴树科 **TILIACEAE**
70. 稔叶扁担杆 *G. urenaefolia* (Pierre) Gagnep.
71. 毛果扁担杆 *G. eriocarpa* Juss.
72. 破布叶 *Microcos paniculata* Linn.
- 三十二、梧桐科 **STERCULIACEAE**
73. 山麻树 *Commersonia bartramia* (Linn.) Merr.
74. 翻白叶树 *Pterospermum heterophyllum* Hance
75. 美丽梧桐 *Firmiana pulcherrima* Hsue
76. 鹧鸪麻 *Kleinkovia hospita* Linn.
77. 假苹婆 *Sterculia lanceolata* Cav.
- 三十三、木棉科 **BOMBACACEAE**
78. 木棉 *Bombax ceiba* Linn.
- 三十四、大戟科 **EUPHORBIACEAE**
79. 喜光花 *Actephila merrilliana* Chun
80. 红背山麻杆 *A. terwioides* (Benth.) Muell.-Arg.
81. 银柴 *Aporosa dioica* Muell.-Arg.
82. 黑面神 *Breynia fruticosa* (L.) Hook.
83. 重阳木 *Bischoffia javanica* Bl.
84. 土蜜树 *B. tomentosa* Bl.
85. 白桐树 *Claoxylon indicum* (Reinw. ex Bl.) Hassk.
86. 水柳 *Homonoia riparia* Lour.
87. 闭花木 *Cleistanthus sumatranus* (Miq.) Muell.-Arg.
88. 光叶巴豆 *C. laevigatus* Vahl
89. 白茶树 *Koiloceras hainanense* (Merr.) Airy.-Show
90. 中平树 *Macaranga denticulate* (Bl.) Muell.-Arg.
91. 锈毛野桐 *Mallotus anomalus* Merr. & Chun
92. 白背叶 *M. paella* (Lour.) Muell.-Arg.
93. 粗糠柴 *M. philippinensis* (Lam.) Muell.-Arg.
94. 水油甘 *Phyllanthus parvifolius* Buch.-Ham.
95. 龙胆木 *Richeriella gracilis* (Merr.) Pax et
96. 山乌柏 *Sapium discolor* Muell.-Arg.
97. 白树 *Suregada glomerulata* (Bl.) Baill.
- 三十五、蔷薇科 **ROSACEAE**
98. 越南悬钩子 *R. cochinchinensis* Tratt.
- 三十六、含羞草科 **MIMOSACEAE**
99. 羽叶金合欢 *Acacia pennata* (Linn.) Willd.
100. 楹树 *Albizia chinensis* (Osbeck) Merr.
101. 山合欢 *A. kalkora* (Roxb.) Prain
102. 香合欢 *A. odoratissima* (Linn.f.) Benth
- 三十七、苏木科 **CAESALPINIACEAE**
103. 锈荚藤 *B. erythropoda* Hayata
104. 华南皂荚 *Gleditsia fera* (Lour.) Merr.
105. 酸豆 *Tamarindus indica* Linn.
- 三十八、蝶形花科 **PAPILIONACEAE**
106. 相思子 *Abrus precatorius* Linn.
107. 锈毛鱼藤 *Derris ferruginea* Benth.
108. 刺桐 *Erythrina variegata* Linn.

109. 海南黎豆 *Mucuna nigricans* var. *hainanensis* (Hayata) Wilnot-Dear
三十九、榆科 **ULMACEAE**
110. 山黄麻 *Trema orientalis* (Linn.) Blume
四十、桑科 **MORACEAE**
111. 斜叶榕 *F. gibbosa* Bl.
112. 对叶榕 *F. hispida* L. f.
113. 粗叶榕 *F. hirta* Vahl
114. 榕树 *F. microcarpa* Linn. f.
115. 海南榕 *F. oligodon* Miq.
116. 叶被木 *Phyllochlamys taxoides* (Heyne) Koord.
117. 鹊肾树 *Streblus asper* Lour.
118. 刺桑 *Streblus ilicifolius* (Vidal) Corner
四十一、冬青科 **AQUIFOLIACEAE**
119. 毛冬青 *Ilex pubescens* Hook. et Chun
120. 铁冬青 *I. rotunda* Thunb.
四十二、葡萄科 **VITACEAE**
121. 扁担藤 *T. planicaule* (Hook.) Gagnep.
122. 小葡萄 *Vitis balansaeana* Planch.
四十三、芸香科 **RUTACEAE**
123. 贡甲 *Acronychia oligophlebia* Merr.
124. 假黄皮 *Clausena excavata* Burm. f.
125. 三叉苦 *Euodia lepta* (Spreng.) Merr.
126. 小叶九里香 *M. microphylla* (Merr. et Chun) Swingle
四十四、楝科 **MELIACEAE**
127. 苦楝 *Melia azedarach* Linn.
四十五、无患子科 **SAPINDACEAE**
128. 滨木患 *Arytera littoralis* Bl.
129. 野生龙眼 *Dimocarpus longan* Lour.
130. 坡柳 *Dodonaea viscosa* (Linn.) Jacq.
131. 赤才 *Erioglossum rubiginosum* (Roxb.) Bl.
四十六、漆树科 **ANACARDIACEAE**
132. 厚皮树 *Lanea coromandelica* (Houtt.) Merr.
133. 芒果 *Mangifera indica* Linn.
四十七、八角枫科 **ALANGIACEAE**
134. 阔叶八角枫 *Alangium faberi* var. *platyphyllum* Chun et How
135. 土坛树 *A. salviifolium* (Linn.f.) Wanger.
四十八、五加科 **ARALIACEAE**
136. 幌伞枫 *Heteropanax fragrans* (Roxb.) Seem.
137. 鹅掌柴 *Schefflera octophylla* (Lour.) Harms
四十九、紫金牛科 **MYRSINACEAE**
138. 郎伞木 *Ardisia hanceana* Mez
139. 矮紫金牛 *A. humilis* Vahl
140. 密花树 *R. neriifolia* (Sieb. et Zucc.) Mez
五十、夹竹桃科 **APOCYNACEAE**
141. 药用狗牙花 *Ervatamia officinalis* Tsiang
142. 倒吊笔 *Wrightia pubescens* R. Br.
五十一、萝藦科 **ASCLEPIADACEAE**
143. 天星藤 *Graphistemma pictum* (Champ. ex Benth.) Champ. ex B. D. Jacks.
五十二、茜草科 **RUBIACEAE**
144. 鱼骨木 *Canthium dicoccum* (Gaertn.) Merr.
145. 山石榴 *Catunaregam spinosa* (Thunb.) Tirveng.

146. 猪肚木 *C. horridum* Bl.
 147. 双花耳草 *H. biflora* Lam.
 148. 团花龙船花 *Ixora cephalophora* Merr.
 149. 玉叶金花 *M. pubescens* Ait. F.
 150. 九节木 *Psychotria rubra* (Lour.) Poir.
 151. 鸡爪簕 *R. sinensis* (Lour.) Schult.
 152. 狗骨柴 *Tricalysia dubia* (Liindl.) Ohwi

五十三、菊科 COMPOSITAE

153. 假臭草 *Eupatorium catarium*
 154. 飞机草 *E. odoratum* L.
 155. 革命菜 *Gyunra crepidioides* Benth.
 156. 野莴苣 *Lactuca indica* Linn.
 157. 糙叶斑鸠菊 *Vernonia aspera* (Roxb.) Buch.-Ham.

五十四、紫草科 BORAGINACEAE

158. 基及树 *Carmona microphylla* (Lam.) G. Don
 159. 厚壳桂 *E. thyriflora* (Sieb. et Zucc.) Nakai

五十五、旋花科 CONVOLVULACEAE

160. 山猪菜 *M. umbellata* ssp. *Orientalis* (Hall.f.) V. Ooststr.

五十六、紫葳科 BIGNONIACEAE

161. 猫尾木 *Dolichandrone cauda-felina* (Hance) Benth. et Hook.f.
 162. 美叶菜豆树 *Radermachera frondosa* Chun et How
 163. 海南菜豆树 *R. hainanensis* Merr.

五十七、马鞭草科 VERBENACEAE

164. 马樱丹 *Lantana camara* Linn.
 165. 假马鞭 *Stachytarpheta jamaicensis* (Linn.) Vahl
 166. 黄荆 *Vitex negundo* Linn.

单子叶植物纲 MONOCOTYLEDONES

五十八、鸭跖草科 COMNELINACEAE

167. 竹节草 *Commelina diffusa* Burm. f.

五十九、姜科 ZINGIBERACEAE

168. 草豆蔻 *Alpinia katsumadai* Hayata

六十、百合科 LILIACEAE

169. 天门冬 *Asparagus cochinchinensis* (Lour.) Merr.
 170. 三角草 *Chlorophytum laxum* R. Br.

六十一、天南星科 ARACEAE

171. 野芋 *Colocasia antiquorum* Schott
 172. 麒麟尾 *Epipremnum pinnatum* (L.) Engl.

六十二、棕榈科 PALMAE

173. 桄榔 *Arenga pinnata* (Wurmb.f.) Merr.
 174. 白藤 *C. tetradactylus* Hance
 175. 短穗鱼尾葵 *Caryota mitis* Lour.
 176. 槟榔 *Areca catechu*

六十三、莎草科 CYPERACEAE

177. 割鸡芒 *Hypolytrum nemorum* (Vahl) Spreng.
 178. 硕大蔗草 *Scirpus grossus* Linn.
 179. 侧花蔗草 *S. supinus* var. *lateriflorus* (Gmel.) T.Koyama
 180. 缘毛珍珠茅 *Scleria ciliaris* Nees
 181. 珍珠茅 *S. levis* Retz.

六十四、禾亚科 ORYZOIDEAE

182. 石芒草 *Arundinella nepalensis* Trin.

183. 白茅 *Imperata cylindrica* var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan.
184. 芒穗鸭嘴草 *Ischaemum aristatum* Linn.
185. 纤毛鸭嘴草 *I. indicum* (Houtt.) Merr.
186. 淡竹叶 *Lophatherum gracile* Brongn
187. 五节芒 *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb ex Schum & Lauterb.
188. 芒 *M. sinensis* Anderss.
189. 粽叶芦 *Thysanolaena maxima* (Roxb.) Kuntze.

